

REVISIÓN HISTÓRICA DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL DEPARTAMENTO
DE BOYACÁ, “DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO DE “INVESTIGACIÓN
APLICADA A LA MODELACIÓN DEL TERRITORIO A PARTIR DEL ANÁLISIS
GEOMORFOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”

JUAN DAVID CUY CIPAMOCHA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
SOGAMOSO
2015

REVISIÓN HISTÓRICA DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL DEPARTAMENTO
DE BOYACÁ, “DENTRO DEL MARCO DEL PROYECTO DE “INVESTIGACIÓN
APLICADA A LA MODELACIÓN DEL TERRITORIO A PARTIR DEL ANÁLISIS
GEOMORFOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”

JUAN DAVID CUY CIPAMOCHA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO

DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN MSC HÉCTOR ANTONIO
FONSECA PERALTA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
SOGAMOSO
2015

NOTA

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Fecha

Este logro se lo dedico a mi madre,

La Señora María Alejandrina,

Mujer que con su amor, entereza y dedicación

Me apoyo y brindó lo necesario para llegar a esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y la vida por permitir que este sueño fuera realidad.

Agradezco de todo corazón, el apoyo recibido de mi familia en el transcurso de este Logro, en especial a mis Hermanos Yerson, Arcadio y Eliseo, quienes estuvieron alentándome en cada paso.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ingeniero Héctor Fonseca quien brindo su colaboración y entusiasmo, por haber dado su voto de confianza en este proyecto.

Quiero Agradecer al Ingeniero Luis David Mesa, quien amablemente me guio en el desarrollo de este proyecto, quien brindó su conocimiento de manera gentil y generosa.

Agradezco con alegría a mis Profesores quienes dejaron una parte de su cariño por la academia en mí, quienes compartieron tiempo para instruirme en el hermoso camino de la Ingeniería Geológica, a quienes además de brindarme su conocimiento me brindaron su amistad y consejo. Al profesor German Herrera, a los Ingenieros Rfales Pérez Espitia, Jhon Jairo Porras, Oscar Gavidia, Wilson Naranjo a ellos y demás docentes que me tope en este camino, muchas gracias.

Agradezco a mis Compañeros y amigos, con quienes compartí momentos inolvidables en el paso por esta carrera.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| OBJETIVO GENERAL | 6 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 6 |
| 1 METODOLOGIA. | 7 |
| 1.1 Recopilación de Información | 7 |
| 1.2 Análisis de la Información..... | 7 |
| 1.3 Diagnóstico de la Información | 8 |
| 2 GENERALIDADES | 9 |
| 2.1 Localización y vías de acceso | 9 |
| 2.1.1 Localización | 9 |
| 2.1.2 Vías de acceso. | 10 |
| 2.2 Clima y Población..... | 11 |
| 2.2.1 Clima..... | 11 |
| 2.2.2 Población. | 12 |
| 2.3 Geología..... | 12 |
| 2.3.1 Estratigrafía | 13 |
| 2.3.1.1.1 Bloque Valle Medio del Magdalena | 15 |
| 2.3.1.1.2. Bloque Otanche | 16 |
| 2.3.1.2 Cuenca Cordillera Oriental. | 17 |
| 2.3.1.2.1 Bloque Chiquinquirá – Arcabuco | 18 |
| 2.3.1.2.2 Bloque Tunja – Duitama | 23 |
| 2.3.1.2.4 Bloque del Macizo de Floresta..... | 30 |
| 2.3.1.3 Cuenca Sierra Nevada del Cocuy. | 32 |
| 2.3.1.3.1 Bloque Cocuy - Cubará – Margua | 33 |
| 2.3.1.4 Cuenca del Pie de Monte Llanero | 35 |
| 2.3.1.4.1 Bloque San Luis de Gaceno | 35 |
| 2.3.1.5 Depósitos Cuaternarios..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 2.3.1.6 Formaciones Susceptibles a Movimientos en Masa..... | 39 |
| 2.3.2. Tectónica de Boyacá. | 40 |
| 2.3.2.1 Cuenca: Valle Medio del Magdalena..... | 41 |
| 2.3.2.2 Cuenca Cordillera Oriental | 42 |
| 2.3.2.3 Cuenca del Piedemonte | 42 |
| 2.3.2.4 Cuenca de la Sierra Nevada del Cocuy | 43 |
| 2.3.3 Geomorfología. | 43 |
| 2.3.4 Hidrografía. | 44 |
| 3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. | 46 |
| 3.1 Fuentes de Información..... | 46 |
| 3.1.1 Consejo Departamental para la gestión del Riesgo de Desastres.... | 46 |
| 3.1.2 Servicio Geológico Colombiano (SGC)..... | 47 |
| 3.1.3 DesInventar.org | 51 |
| 3.1.4 Uptc Información Cartográfica | 53 |
| 3.2 Estructura de la Información..... | 54 |
| 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. | 56 |
| 4.1 Nivel de Información por Fuente de Consulta. | 56 |
| 4.1.1 Fuente 1 Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres..... | 56 |
| 4.1.2 Fuente 2 Servicio Geológico Colombiano (SGC)..... | 57 |
| 4.1.3 Fuente DesInventar.org. | 58 |
| 4.2 Nivel de Información en los 123 Municipios. | 59 |
| 4.3 Balance de Información en los 123 Municipios. | 63 |
| 5 DIAGNOSTICO DE LA INFORMACIÓN. | 66 |
| 5.1 Estado de la Información..... | 66 |
| 6 EVALUACIÓN DE RECURRENCIA POR MOVIMIENTOS EN MASA. | 69 |
| 6.1 Método y Estructura de Evaluación..... | 72 |
| 6.2 Producto de Evaluación de Recurrencia por Movimientos en Masa | 75 |
| 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 79 |
| 7.1 Conclusiones..... | 79 |

| | |
|---|----|
| 7.2 Recomendaciones..... | 80 |
| 8 ANEXOS..... | 81 |
| 8.1 Listado de Figuras..... | 81 |
| 8.2 Listado de Gráficos. | 82 |
| 8.3 Listado de Tablas..... | 82 |
| 8.4 Listado de Mapas..... | 83 |
| 8.4.1 MAPA DE ESTADO DE INFORMACION SOBRE MOVIMIENTOS EN MASA DE CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ..... | 83 |
| 8.4.2 MAPA DE RECURRENCIA POR MOVIMIENTOS EN MASA DE CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA..... | 83 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA..... | 84 |

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como objetivo general realizar la revisión histórica de Movimientos en Masa en el Departamento de Boyacá, dentro del marco del proyecto de “Investigación aplicada a la modelación del territorio a partir del análisis geomorfológico del Departamento de Boyacá”; éste se llevó a cabo mediante la recopilación de información de fuentes internacionales, nacionales y regionales, el material conformo una base de datos de Movimientos en Masa ocurridos en el Departamento de Boyacá en un periodo de 50 años.

La documentación se almacenó a nivel de municipio, fuente de información de donde fue sustraída y su fecha de ocurrencia, todo esto se realiza para facilitar, a la comunidad interesada material que pueda ayudar en proyectos de estudio, técnicos o investigación en cualquiera de los 123 municipios del departamento.

Gracias a la base de datos generada, el consultor podrá encontrar de manera rápida, una tabla de inventario informativa, a manera de ficha, donde podrá ubicar su municipio de interés y ver la información que este contiene. Lo cual ayudará en el tiempo de consulta y además podrá tener acceso a gráficos que indican los municipios con mayor grado de tendencia por recurrencia de movimientos en masa, así como el estado de información de cada uno de los municipios del departamento.

INTRODUCCIÓN

El carácter histórico es un componente que nos vincula como sociedad en torno a una serie de sucesos llevados a cabo en un espacio y tiempo determinado. Sin embargo la historia por si sola de manera aislada y al no ser criticada o sujeta a evaluaciones, conclusiones o diagnósticos, pierde parte de su valor y tiende como todo lo que ya paso, a ser olvidada.

Por tal razón es bueno recordar que el Departamento de Boyacá a través de su historia, ha pasado por fenómenos naturales catastróficos que han puesto en riesgo la vida de los Boyacenses, algunos de estos fenómenos naturales obedecen a Movimientos en Masa, los cuales han afectado a la población cobrando vidas humanas, perdidas económicas, materiales entre otras.

Con esta premisa y queriendo indagar en los eventos sucedidos a través de la historia en cada uno de los municipios del Departamento, se decidió realizar la revisión histórica de Movimientos en Masa en el Departamento de Boyacá, ya que esto podrá aportar en el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación, dentro del marco del proyecto de “Investigación aplicada a la modelación del territorio a partir del análisis geomorfológico del Departamento de Boyacá”

Con esto se pretende dar un concepto, a manera general, sobre el estado de información que sobre movimientos en masa cuenta cada uno de los municipios. Para luego poder diagnosticarla mediante la valoración de grados de recurrencia a movimientos en masa por su tendencia en este aspecto. Conformando finalmente una base de datos general donde la temática fuera principalmente Movimientos en Masa.

OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión Histórica de Movimientos en Masa en el Departamento de Boyacá, dentro del marco del proyecto de “Investigación aplicada a la modelación del territorio a partir del análisis geomorfológico del Departamento de Boyacá”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y organizar un inventario de eventos de Movimientos en Masa ocurridos en el Departamento de Boyacá, clasificándolos de acuerdo con el lugar de ocurrencia y el momento en el que sucedieron, para estructurar una base de datos.
- Organizar el material existente de Movimientos en Masa en el Departamento de Boyacá, donde su clasificación este subdividida por Municipios, fuentes de consulta y año en el que se implementó la información. La información recopilada de manera física será digitalizada y organizada de la manera anteriormente citada, por último se generará una tabla de inventario donde se pueda buscar fácilmente si existe o no información acerca de cada Municipio.
- Elaborar un documento de consulta el cual facilitará la identificación de municipios. Este documento, ayudará a realizar un diagnóstico acerca del volumen de información en cada municipio. Todo lo anterior en pro del proceso de actualización del conocimiento del Departamento de Boyacá.
- Prestar apoyo técnico en la actualización cartográfica, geológica y geomorfológica, del Departamento de Boyacá.

1 METODOLOGIA.

La Metodología aplicada a este trabajo, busca de manera resumida y eficiente lograr, un manejo adecuado de la información. Para esto, se trabajará de la forma descrita en la Figura ,1 diagrama de metodología usada en el presente trabajo.

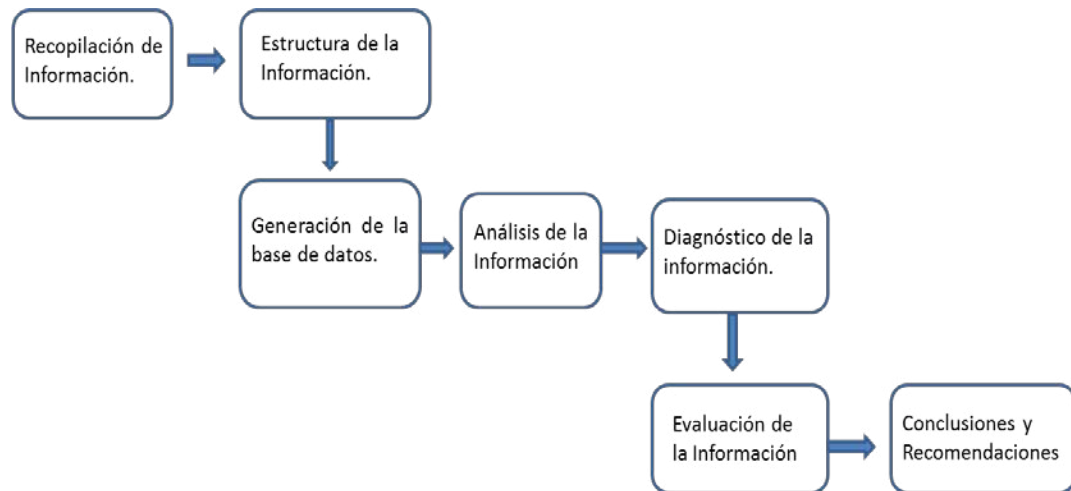


Figura 1 Diagrama de Metodología Usada en el Presente Trabajo

1.1 Recopilación de Información

Se llevó a cabo la recopilación de Información de tres fuentes principalmente, la cual se organizó siguiendo la estructura de Municipios, en orden alfabético. En la figura 2 pág. 8 se puede visualizar este diagrama.

- Consejo Departamental para la gestión del Riesgo de Desastres
- Servicio Geológico Colombiano-(SGC)
- DesInventar.org

Para la recopilación de información de las tres fuentes mencionadas se siguió el esquema propuesto en la figura 2 diagrama de recopilación de Información, pág. 8.

1.2 Análisis de la Información.

Se llevó a cabo una lectura de la información para poder comprender su contexto y buscar darle forma para etapas posteriores de Diagnóstico y

Evaluación. Se tuvo en cuenta generar tablas de análisis, gráficos y herramientas, que permitan al lector un rápido y buen discernimiento del tema y la información existente en lo que respecta a movimientos en masa.



Figura 2 Diagrama de recopilación de Información.

1.3 Diagnóstico de la Información

En esta fase se llevó a cabo un censo que permita saber al lector que tanta información hay sobre cada municipio, así como la relación de ésta con el estado o condición del mismo frente a la ocurrencia de Movimientos en Masa.

1.4 Evaluación de La Información.

Para esta fase se buscó una manera objetiva de evaluar a los municipios y su condición de riesgo por recurrencia de Movimientos en Masa. Para esto, se dispuso de métodos analíticos buscando definir las zonas más críticas frente a la ocurrencia de Movimientos en Masa.

2 GENERALIDADES

2.1 Localización y vías de acceso

2.1.1 Localización

El Departamento de Boyacá está situado en el centro del país, en la cordillera oriental de los Andes; localizado entre los 04°39'10" y los 07°03'17" de latitud norte y los 71°57'49" y los 74°41'35" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.189 km², lo que representa el 2.03 % del territorio nacional. Limita por el Norte con los departamentos de Santander y Norte de Santander, por el Este con los departamentos de Arauca y Casanare, por el Sur con Meta y Cundinamarca, y por el Oeste con Cundinamarca y Antioquia.¹



Figura 3 Ubicación Geográfica “Tomada del portal <http://chivor-boyaca.gov.co>. El día 30/10/2015”

El Departamento de Boyacá como se observa en la figura 4 Localización general del Departamento de Boyacá, se encuentra cubierto cartográficamente por 26 planchas topográficas escala 1:100.000, según la distribución asumida

¹ Recuperado el 01-07-2015 de “toda Colombia” disponible en <http://www.todacolombia.com/departamentos/boyaca>. Ubicación, extensión y límites de Boyacá.

por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi “IGAC”. Cada una de estas planchas a su vez están subdivididas en 4, a escala 1:25.000 respectivamente.

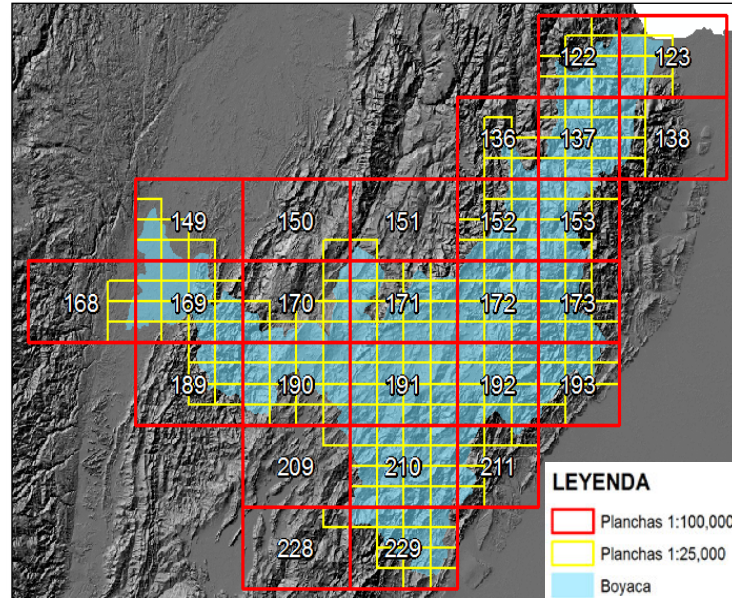


Figura 4 Localización general del Departamento de Boyacá

Fuente:http://1.bp.blogspot.com/_YWlrndzNGAg/SgZYj_HtEZI/AAAAAAAAAFk/bkBZZD67_BQ/s320/COLOMBIA_EXPLOSI_N_BOYAC_.jpg tomada el día 30/07/2015

2.1.2 Vías de acceso.

De acuerdo con el decreto 1735 de agosto de 2001, que fija la Red Nacional de Carreteras, son dos las carreteras troncales que cruzan el departamento. La Troncal Central (ruta nacional 45A) que conecta a Bogotá con Chiquinquirá y Saboyá, y sigue al norte hacia el departamento de Santander; y la Troncal Central del Norte (ruta nacional 55), que desde la autopista del norte en Bogotá entra al departamento de Boyacá pasando por los municipios de Ventaquemada, Tunja, Paipa, Duitama y Soatá, siguiendo hacia el departamento de Santander (una variante de esta ruta se desvía en Duitama a Sogamoso).

Así mismo, se cuentan dos carreteras transversales que cruzan el departamento la transversal del Carare (ruta nacional 62), que conecta a Tunja con Barbosa (Santander), pasando por Arcabuco; y la transversal Puerto Boyacá - Monterrey (ruta nacional 60), que conecta Tunja, Sutamarchán, Chiquinquirá, Otanche y Puerto Boyacá (ruta 45). Otras carreteras regionales

menos desarrolladas, son la que conectan Tunja y Ramiriquí, Belén y Socha, y una tercera une Arcabuco, Villa de Leyva, Sáchica y Samacá, la carretera circular entre Sogamoso, Aquitania, Tota e Iza (bordeando la laguna de Tota) y la conexión Sogamoso, Pesca, Toca, Soracá y Tunja.² En la figura 5 se pueden visualizar el cubrimiento de las principales vías.



Figura 5 Vías Nacionales del Departamento de Boyacá tomado el 07/08/2015 de www.google.com.co/maps/place/Boyacá

2.2 *Clima y Población.*

2.2.1 *Clima.*

En el Departamento de Boyacá, se destacan en orden ascendente, tres áreas pluviométricas: el altiplano central, de menor pluviosidad, con promedios anuales del orden de 1.000 mm, y las vertientes altas en ambos flancos de la cordillera Central, con promedios anuales inferiores a 2.500 mm; el altiplano central presenta un régimen de lluvias bimodal, caracterizado por dos períodos que se presentan entre abril y junio, y octubre y noviembre; el resto del año se

² Recuperado el 01-07-2015 de Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Mapas de la red vial, último acceso el 07/06/2009.

considera como período seco, aun cuando se presentan lluvias aisladas. Por lo variado de su relieve se presentan todos los pisos térmicos desde el nivel, en la sierra nevada del Cocuy, hasta el cálido, en el Territorio Vásquez y la vertiente oriental de la cordillera Oriental.³

De acuerdo con los pisos térmicos se identifican diversidad de climas, esto favorece las actividades de tipo agrícola y ganadera, y permite tener climas como: cálido para municipios que tienen una temperatura de 30 grados centígrados en Puerto Boyacá, clima medio que oscila entre 18 y 24 grados centígrados en Garagoa y Moniquirá, y el clima frío que esta 12 y 18 grados, en Tunja, el clima páramo con temperaturas menores a 12 grados y por último el clima de nieve que está por debajo de cero grados centígrados.⁴

2.2.2 Población.

De acuerdo con las proyecciones del censo 2005 del DANE, la población total de Boyacá es de 1.405.112 habitantes para el año 2015, en donde la población masculina representa el 52,24% y la población femenina el 50,21%.⁵

La población ha presentado una evolución creciente de acuerdo con los datos de evolución demográfica de Boyacá⁶ presentados en la tabla 1.

| AÑO | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2015 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| POBLACION | 1137610 | 1175999 | 1204934 | 1234691 | 1255311 | 1495112 |

Tabla 1 Evolución demográfica de Boyacá

2.3 Geología.

Geológicamente el Departamento se ha dividido en cuatro cuencas sedimentarias, tal como se aprecia en la figura 6 Distribución de Cuencas en el Departamento de Boyacá (Tomado Mapa Geológico del Departamento de Boyacá escala 1:250.000), que de occidente a oriente se designan así:

1 Valle Medio del Magdalena, 2. Cordillera Oriental, 3. Sierra Nevada de El Cocuy y 4. Piedemonte Llanero. Dentro de ellas y atendiendo las importantes similitudes litológicas, estratigráficas y la tectónica regional, se han establecido

³ Recuperado el 02-07-2015 del portal www.todacolombia.com Boyacá Clima.

⁴ Recuperado el 02-07-2015 del portal www.turismoporboyaca.com.

⁵ DANE, Información estadística indicadores demográficos, Boyacá, 1985-2005.

⁶ DANE, Indicadores demográficos, Boyacá, 1985-2015.

8 subregiones o bloques naturales, los cuales denotan cada uno, una historia geológica muy similar.

La estratigrafía del Departamento de Boyacá, incluye el estudio y la descripción de 6 grupos litoestratigráficos, 69 formaciones constituidas por rocas sedimentarias, 4 unidades constituidas por rocas metamórficas de bajo a medio grado de metamorfismo; 1 macizo ígneo y 3 pequeños intrusivos, todo lo cual representa un registro litológico que abarca un lapso de tiempo comprendido desde el Devónico hasta el Holoceno Reciente.⁷ La correlación estratigráfica entre cuencas se evidencia en la Figura 7 Correlación estratigráfica de las cuatro cuencas presentes en Boyacá (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá escala 1:250.000).

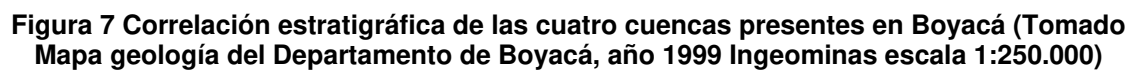
Se estudiará la estratigrafía del departamento de la siguiente Manera:

1. Cuenca Valle Medio del Magdalena
 - Bloque Valle del Río Magdalena-Puerto Boyacá
 - Bloque Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental “Otanche”
2. Cuenca Cordillera Oriental
 - Bloque Chiquinquirá – Arcabuco
 - Bloque Tunja – Duitama
 - Bloque Tota – Paz de Río
 - Bloque Macizo de Floresta
3. Cuenca Sierra Nevada del Cocuy
 - Bloque Cocuy - Cubará – Margua
4. Cuenca Piedemonte Llanero
 - Bloque San Luis de Gaceno

2.3.1 Estratigrafía

Analizada a partir de las cuencas sedimentarias en las que se encuentra repartido el departamento.

⁷Recuperado el 02-07-2015 del portal www.simco.gov.co, Guillermo Flechas Fajardo, Secretaria de Minas y Energía de Boyacá, pág. 2.



2.3.1.1 Cuenca Valle medio del Magdalena.

A esta cuenca corresponden dos zonas geológicas, morfológicamente diferentes:

a) Sector del valle de inundación del Río Magdalena denominado como el Bloque Valle Medio del Magdalena, Puerto Boyacá; que se presenta como una zona relativamente plana, constituida por rocas del Neógeno, cubiertas en gran parte por depósitos recientes, que se extiende desde el cauce actual del río (al occidente), hasta la falla de Cambrás (al oriente). Esta zona no presenta en superficie, ninguna complicación tectónica ni estructural ni siquiera litoestratigráfica.

b) El flanco o vertiente occidental de la Cordillera Oriental, denominado Bloque Otanche, se extiende desde la Falla de Cambrás antes mencionada (al oriente), hasta las fallas de cabalgamiento de Guadualito y La Salina (al occidente). Está constituido por rocas sedimentarias Cretácicas, Paleógenas, Neógenas y depósitos de edad reciente.

2.3.1.1.1 Bloque Valle Medio del Magdalena

- Grupo Honda (PgoNgmh)

Edad Oligoceno superior hasta el Mioceno superior, de acuerdo con De Porta (1966), en Rodríguez y Ulloa, (1994), Hettner, (1892).

Se considera el Grupo Honda, constituido por las Formaciones Cambrás, San Antonio, Los Limones y Mesa.

Los sedimentos que constituyeron el Grupo Honda fueron depositados en un ambiente continental de tipo fluvial, caracterizado por variaciones rápidas en la velocidad de la corriente, con períodos de sedimentación tranquila, los cuales están representados en los niveles arcillosos.

Correlaciones: El Grupo Honda, se ha correlacionado con el Grupo Real del Valle Medio del Magdalena, Según De Porta (1966)

Lo componen las Siguietes Formaciones:

- Formación Cambrás (Ngmc)

Edad: Mioceno, según De Porta (1966). Litológicamente corresponde a arcillolitas grises, verdosas y violáceas, con intercalaciones de cuarzoarenita de grano fino a medio, bien seleccionadas, con cemento silíceo.

- Formación San Antonio (Ngma)

Edad: Mioceno según De Porta (1965). Litológicamente corresponde a capas gruesas de arenas, gravas y gravas arenosas, con niveles de lutitas.

- Formación Los Limones (Ngml)

Edad: Mioceno, según De Porta (1965, 1966). Litológicamente corresponde a arenitas y lutitas rojas, en capas delgadas a medias.

- Formación Mesa (NgplQ)

Edad: la parte inferior de la unidad se considera de edad Plioceno Inferior, mientras que la superior podría incluir el Pleistoceno, según De Porta (1966). Litológicamente corresponde a gravas y arenas, con intercalaciones de capas de arcillas.

2.3.1.1.2. Bloque Otanche

Lo conforman las siguientes Formaciones:

- Formación Puerto Romero (Kìpr)

Edad Albiano Inferior y Albiano Medio según (Etayo, 1979, comunicación escrita), litológicamente consiste en una sucesión de capas gruesas a muy gruesas, de caliza bioesparítica arenosa, de grano medio a grueso, gris oscura, intercaladas con capas delgadas de arcillolitas negras. Rodríguez y Ulloa (1994b)⁸.

- Grupo Güagüaquí (Kgg)

Edad: Albiano medio hasta el Coniaciano inferior, Etayo (1979), litológicamente corresponde a lodolitas calcáreas negras. (Rodríguez yUlloa, 1994b).

- Grupo Olini (Kso)

Edad: Santoniano – Campaniano, Petters (1954a) compuesto por:

- Formación Córdoba (Ksco)

Edad: Campaniano - Maastrichtiano, según Rodríguez y Ulloa (1994b). Compuesta por una sucesión de capas de limolitas calcáreas, estratificadas en

⁸ Recuperado el 07-07-2015 del portal <http://www.academia.edu/> MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA, Memoria explicativa.

capas muy gruesas, con intercalaciones de calizas arenosas negras y areniscas calcáreas negras. Acosta y Ulloa (1996).

- Formación San Juan de Rioseco (Pgsjr)

Edad Oligoceno, según De Porta (1966). Esta formación se divide en 5 segmentos, aunque por lo general en trabajos más recientes de Antonio José Rodríguez-Orlando Solano Silva (2000) esta unidad la toman como una sola.⁹

Segmentos, que de base a techo son:

- Segmento 1: compuesto de arenitas gruesas a conglomeráticas, con gránulos de cuarzo, chert y en menor proporción fragmentos de materiales volcánicos, en capas muy gruesas, convergentes
- Segmento 2: alternancia de arcillolitas y lodolitas de color rojo oscuro, en capas gruesas a muy gruesas, con intercalaciones de cuarzoarenitas a sublitoarenitas de grano fino a medio (De Porta, 1966).
- Segmento 3: predominan las cuarzoarenitas de litorales a sublitoarenitas, de grano medio a grueso, localmente conglomeráticas, de color oliva y gris, en capas gruesas a medias, con delgadas intercalaciones de lodolitas.
- Segmento 4: arcillolitas color marrón, en capas muy gruesas, con intercalaciones de cuarzoarenitas a sublitoarenitas, finas, marrones, en capas delgadas (De Porta, 1966).
- Segmento 5: alternancia de cuarzoarenitas de litorales a sublitoarenitas color naranja y gris, de grano medio a grueso, en capas medias a gruesas y lodolitas gris y oliva claro (De Porta, 1966)¹⁰.

En la figura 8, se observa la Relación Estratigráfica, de las formaciones que pertenecen a la Cuenca del Valle medio del Magdalena.

2.3.1.2 Cuenca Cordillera Oriental.

Corresponde a una serie de bloques diferencialmente levantados constituidos por rocas sedimentarias Mesozoicas. En esta Cuenca se distinguen cuatro bloques, estratigráfica y tectónicamente diferentes.

⁹ Antonio José Rodríguez-Orlando Solano Silva, Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, Bogotá, 2000, pág. 22, 23, 24.

¹⁰ DE PORTA, J. Estratigrafía del Cretácico superior y Terciario en el extremo sur del Valle Medio del Magdalena. Bol. de Geol., UIS, No. 19, 50 pp. 1965. Bucaramanga.

2.3.1.2.1 Bloque Chiquinquirá – Arcabuco

Está localizado entre las fallas de La Salina al occidente y la Falla de Boyacá al oriente. Presenta una sedimentación monótona, alternante entre arenitas, arcillolitas e incluso algunas calizas, con edades comprendidas entre el Jurásico

| EDAD | CUENCA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA |
|-------------|---|
| QUATERNARIO | <div>Qal</div> <div>Aluvial</div> |
| | <div>Qdp</div> <div>Depósito de Pendiente</div> |
| | <div>Qt</div> <div>Terrazas</div> |
| | <div>Qfg</div> <div>Fluvioglaciario</div> |
| | <div>Qc</div> <div>Coluviones</div> |
| TERCIARIO | <div></div> <div>Grupo Honda</div> |
| | <div>Pgojr</div> <div>Formación San Juan de Rio Seco.</div> |
| CRETACICO | <div>Ksco</div> <div>Formación Cordoba</div> |
| | <div>Kso</div> <div>Grupo Olini</div> |
| | <div>Kgg</div> <div>Grupo Guaguaqui</div> |
| | <div>Kipr</div> <div>Formación Puerto Romero</div> |

Figura 8 Relación Estratigráfica de la Cuenca del Valle medio del Magdalena (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá escala 1:250.000)

Y el Neógeno superior. En este bloque la cobertura sedimentaria está deformada en una serie de pliegues anticlinales y sinclinales, apretados y estrechos que se extienden regionalmente, con una dirección predominantemente de N30E a N40E.

La Falla de Boyacá marca el límite de este bloque con el Macizo de Floresta al noreste del departamento. Es una falla de cabalgamiento, con un plano de falla que presenta inclinación hacia el oriente y pone en contacto rocas del Paleozoico con rocas del Cretácico.

- Formación Palermo (Jp)

Edad Jurásico, según Renzoni (1967). Litológicamente se encuentra distribuido así: La parte inferior que consta de un conglomerado con guijos de areniscas rojas, shales. La otra parte, se compone de una sucesión de areniscas de grano fino a medio, con tintes rojizos, verdosos y violáceos hasta el tope (Hubach, 1957).

- Formación Montebel (Jim)

Edad: Según Hubach (1957), Trumpy en 1943 la dató del Triásico superior, Renzoni (1981, p.37).¹¹ Se compone de limolitas calcáreas, verdosas, que por meteorización dan coloraciones rojizas, con delgadas intercalaciones de arenitas de cuarzo, grises claras.

- Formación La Rusia (Jru)

Edad Jurásico superior según Renzoni(1981). La Rusia está compuesta por una sucesión de conglomerados, arenitas y limolitas rojas (Renzoni, 1981)¹².

- Formación Arcabuco (Jar)

Edad Jurásico superior al Cretácico Inferior (Etayo et al 1985), La parte media e inferior consta de paquetes de areniscas cuarzosas, blancas, con intercalaciones de shales rojos. La parte superior está formada, por areniscas rojas con matriz arcillosa y shales rojos, principalmente¹³.

- Formación Cumbre (Kic)

¹¹ RENZONI, Geología del Macizo de Quetame. Geol. Col., No. 5, Bogotá 1967. pág. 75 – 127.

¹²RENZONI G. Geología del cuadrángulo J-12 (Tunja). Bol. Geol., vol.24, No. 2, pag.31 -48, (escrito en 1967), Bogotá. 1981.

¹³ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, Bogotá, 2000, pág. 28,29.

Edad Valanginiano inferior (Etayo et al 1969); La formación cumbre se compone de areniscas grises oscuras a verdes alternando con shales negros (Renzoni, 1967)¹⁴.

- Formación Los Medios (Kim)

Edad Valanginiano Superior, según Renzoni, G. (1967). Esta formación consta de tres conjuntos litológicamente diferentes (Renzoni, G., 1967).

Miembro Conglomerático Inferior, con arenisca conglomerática y de limolitas con restos de equínidos,

Miembro Limolítico Superior, que se observa por el mismo carretable y, lo suprayace un tercer conjunto consistente de limolitas con ocasionales intercalaciones de areniscas.

- Formación Rosa Blanca (Kir)

Edad Valanginiano, según Bürgli (1954), litológicamente corresponde a calizas duras, gris azules (Ward et al., 1973; en Rodríguez y Ulloa, 1994a)¹⁵

- Formación Ritoque (Kiri)

Edad: Hauteriviano Inferior, Etayo (1968) Su litología corresponde a limolitas y arcillolitas que alternan con calizas lumaquéticas y algunas intercalaciones de areniscas de grano Etayo (1968^a).¹⁶

- Formación Paja (Kip)

Edad Valanginiano Superior hasta el Aptiano superior (Etayo 1979a). Conjunto de lutitas grises oscuras a negras, intercaladas con areniscas arcillosas de grano fino en capas gruesas y ocasionales estratos de caliza en capas gruesas. Es propia de esta unidad la presencia de láminas de yeso en su porción media. Rodríguez y Ulloa (1991 y 1994^a).

¹⁴ RENZONI, G Geología del Macizo de Quetame. Geol. Col., No. 5, pag. 75 - 127, Bogotá.1967.

¹⁵ RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Mapa geológico de la Plancha 189 La Palma, Escala 1: 100.000.Memoria resumida, Ingeominas, Bogotá, 1994^a.

¹⁶ ETAYO, F. Paleontología estratigráfica del sistema cretácico en la Sierra Nevadodel Cocuy. Proyecto Cretácico, Publ. Geol. Esp., No. 16, Cap. XXIV,Ingeominas, Bogotá. 1985.

- Formación Tablazo (Kit)

Edad Aptiano Superior - Albiano Inferior, según Morales (1958). Compuesta por una sucesión de calizas, muy fosilíferas, azulosas, duras predominantemente en la mitad superior y predominio de margasen la mitad inferior. (Rodríguez y Ulloa, 1991).

- Formación Simití (Kis)

Edad Albiano temprano y tardío con base en amonites (Petters, 1954). Está constituida por una intercalación de lutitas grises claras a negras, micáceas, con areniscas arcillosas blancas amarillentas, de grano fino a medio. (Morales, 1958).¹⁷

- Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi)

Edad Albiano Medio al Cenomaniano según Bürgl (1954) y Etayo (1968). Consta de areniscas finas, cuarzosas, de color gris claro a oscuro y negro, en capas delgadas a gruesas, con delgadas intercalaciones de lodolitas y limolitas. Rodríguez y Ulloa (1991)¹⁸

- Formación Churuvita (Kich)

Edad Cenomaniano según Etayo (1968b). Compuesta por una alternancia de areniscas cuarzosas, muscovíticas, de color gris, calizas e intercalaciones de arcillolita y limolita, bancos lumaquéllicos calcáreos y calcáreo-arcillosos, el segmento superior presenta una alternancia de arcillolitas y limolitas con paquetes de arenisca de grano fino a medio, y bancos calcáreos macizos. Etayo (1968b).

- Formación Simijaca (Kss)

Edad: Cenomaniano, según Etayo (1979), Rodríguez y Ulloa (1991) le asignan inicialmente el nombre de Formación Simijaca. Litológicamente la componen arcillolitas laminadas de color negro a gris oscuro. Cáceres y Etayo (1969).

- Formación La Frontera (Ksf)

¹⁷ MORALES, General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. Habitat of Oil, Symposium Am. Ass. Petr.Geol., page. 641 - 695, Tulsa, 1958.

¹⁸ RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C. Mapa geológico de la Plancha 190, Chiquinquirá, Escala 1: 100.000. Memoria resumida, pág. 26., Ingeominas, Bogotá, 1992.

Edad Turoniano temprano (Etayo, 1979), se conforma de lodolitas calcáreas de color gris - café (por meteorización).

- Formación Conejo (Ksc)

Edad Coniaciano temprano según Etayo (1979). Consta de base a techo de una sucesión de arcillolitas y lodolitas laminadas, Según Rodríguez y Ulloa (1991).¹⁹

- Grupo Guadalupe (Ksg)

Su edad abarca desde el Santoniano hasta el Maastrichtiano temprano. El Grupo Guadalupe se divide en tres Formaciones denominadas; Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna. Renzoni (1962, 1968)²⁰

Formación Arenisca Dura (Ksad). Edad Santoniano según Etayo (1964). Se compone de cuarzoarenitas de grano fino.

Formación Plaeners (Kspl). Edad Campaniano - Maastrichtiano, según Pérez y Salazar (1978). Se compone de liditas y chert, con delgadas intercalaciones de lodolitas y arcillolitas laminadas (Renzoni, 1968).

Formación Los Pinos (Ksp) Edad: Está comprendida entre el Campaniano y el Maastrichtiano Inferior de acuerdo con Fabre (1986). Compuesto por arenitas de cuarzo de grano fino a medio, intercalaciones de arcillolitas físis de color negro, lodolitas y arcillolitas gris oscuro, con intercalaciones de areniscas de cuarzo (Ulloa y Rodríguez, 1973).

- Formaciones Labor y Tierna (Kslt)

Edad Maastrichtiano temprano según Pérez y Salazar (1978). Se compone de areniscas de cuarzo de grano fino a grueso (Renzoni, 1962, 1968).

- Formación Guaduas (KPgg)

Edad Maastrichtiano - Paleoceno Van der Hammen (1957)²¹. Esta compuesta por arcillolitas, de color gris claro abigarradas, con intercalación de

¹⁹ RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Geología de las Planchas 170: Velez y 190: Chiquinquirá. Informe No.1794, Ingeominas, Bogotá, 1979.

²⁰ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, Bogotá, 2000, pág. 35,36.

²¹ VAN DER HAMMEN, T Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol. Geol. vol VI, No. 1-3, pág. 67-128, o Informe No. 1279 Servicio Geológico Nacional, Bogotá, 1957.

cuarzoarenitas grises, de grano fino a medio y algunas capas de carbón Hubachen (1957)²².

- Formación Cacho (Pgpc)

Edad: Paleoceno Temprano, Van der Hammen areniscas de cuarzo de grano medio a grueso hasta conglomeráticas.

- Formación Bogotá (Pgpeb)

Edad Paleoceno tardío a Eoceno temprano según Hoorn (1984). Esta unidad puede ser dividida en dos partes: Una inferior constituida por una sucesión alternante de arenitas de grano medio a fino, color gris verdoso a gris azulado y hacia la base gris marrón. Ocurren lodolitas y arcillolitas interestratificadas, color grisverdoso, Julivert (1963).

- Formación Regadera (Pger)

Edad Eoceno, Hubach (1957). De acuerdo con Hubach, esta unidad está constituida por tres conjuntos arenosos separados por dos conjuntos arcillosos.

En la figura 9, se observa la relación estratigráfica del Bloque Chiquinquirá arcabuco de la cuenca Cordillera Oriental.

2.3.1.2.2 Bloque Tunja – Duitama

Está al oriente del anterior. Se encuentra limitado por las fallas de Boyacá al occidente y la Falla de Soapaga al oriente. Está constituido por los altiplanos de Tunja y Duitama, donde la cobertura sedimentaria está compuesta por rocas de edades comprendidas entre el Jurásico y el Paleogeno, configurando la continuación norte de la estratigrafía de la Sabana de Bogotá, por lo cual se utiliza la misma nomenclatura estratigráfica adoptada para ésta última.

En este bloque se encuentra el área de Tunja - Duitama y el Valle de Pesca – Chicamocha, localizado al Sureste de la Falla de Soapaga. Estas dos regiones presentan estilos estructurales conformados por pliegues regionalmente amplios de dirección Noreste - Suroeste, aun cuando localmente pueden verse

²² HUBACH, E Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Serv. Geol.Nal., informe 1212, Bogotá. 1957.

| | |
|----------|---|
| EDAD | CHIQUEQUIRA-ARCABUCO |
| | <div>Qal</div> <div>Aluvial</div> <div>Od</div> <div>Derrubios</div> |
| | <div>Pger</div> <div>Formación Regadera</div> <div>Pgeb</div> <div>Formación Bogotá</div> <div>Pgpc</div> <div>Formación Cacho</div> |
| | <div>Kpgr</div> <div>Formación Guaduas</div> <div>Ksg</div> <div>Formación Guadalupe</div> <div>Kscn</div> <div>Formación Conejo</div> <div>Ksf</div> <div>Formación Frontera</div> <div>Kss</div> <div>Formación Simijaca</div> <div>Kichi</div> <div>Formación Chiquinquirá</div> <div>Kis</div> <div>Formación Simili</div> <div>Kil</div> <div>Formación Tablazo</div> <div>Kip</div> <div>Formación Paja</div> <div>Klin</div> <div>Formación Riloque</div> <div>Kir</div> <div>Formación Rosa Blanca</div> <div>Kic</div> <div>Formación Cumbre</div> |
| JURASICO | <div>Jar</div> <div>Formación Arcabuco</div> <div>Jru</div> <div>Formación Rusia</div> <div>Jim</div> <div>Formación Montelabel</div> <div>Jrsp</div> <div>Formación Palermo</div> |

Figura 9 Relación Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Chiquinquirá-Arcabuco (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, 1999 Ingeominas escala 1:250.000)

Disminuidos y truncados por acción de fallas menores, que afectan rocas sedimentarias depositadas durante el Mesozoico y el Cenozoico²³. La figura 10 muestra la relación estratigráfica del Bloque Tunja-Duitama, de la cuenca cordillera Oriental.

Está constituido por las siguientes unidades litoestratigráficas:

- Paleozoico del Río Nevado (Pzrn)

El Paleozoico del Río Nevado se le ha asignado una edad del Carbonífero – Pérmico, según Clavijo J. (1997). A la base de la formación son lutitas grises con intercalaciones delgadas de areniscas, seguido por una serie calcárea y margosa. Stibane y Forero (1969)

- Formación Girón (JKg)

Edad Jurásico Superior – Cretácico Inferior según Pons (1982). Está constituida por una sucesión de conglomerados formados por bloques, guijos y guijarros de cuarcitas, areniscas, limolitas violáceas y cuarzo (Langenheim, 1959).

- Formación Tibasosa (Kiti)

Edad Hauteriviano-Albiano tardío (Renzoni 1981, quien dividió estratigráficamente la formación en cuatro miembros). Por facilidades cartográficas, a la Formación Tibasosa se le ha dividido en dos conjuntos, uno inferior correspondiente al inferior de Renzoni y el superior correspondiente a los otros tres miembros (Kitsq a Kite) (Renzoni, 1981).²⁴

- Formación Une (Kiu)

Edad Albiano Cenomaniano, según Bürgl (1957) y Campbell (1962) consta de areniscas cuarzosas, color gris claro a blanco amarillento, de grano fino a grueso (Hubach, 1957 a y b).

- Formación Chipaque (Ksc)

Edad Cenomaniano Superior hasta el Coniaciano, según Hubach (1957b), Bürgl (1959) y Etayo (1964). Según Renzoni (op. Cit.), la Formación Chipaque está

²³ Recuperado el 08-07-2015 del portal <http://www.academia.edu/> MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA, Memoria explicativa.

²⁴ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, Bogotá, 2000, pág. 42,43.

constituida por lodolitas negras, con intercalaciones esporádicas de calizas y algunos niveles de carbón.

- Grupo Guadalupe (Ksg)

Fue definido en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco.

- Formación Guaduas (KPgg)

Fue definido en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco.

- Formación Bogotá (Pgpeb)

Fue definido en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco.

- Formación Tilatá (NgplQt)

Van der Hammen (1957) considera que la mayor parte de la unidad es de edad Plioceno, aunque los horizontes superiores podrían ser de edad Pleistoceno. Se compone de areniscas conglomeráticas, conglomerados de gravas a cantos bien redondeados, arcillas rojas y capas de turba (Scheibe, 1933)²⁵.

2.3.1.2.3 Bloque Tota – Paz de Río

Se localiza al oriente del bloque Tunja y se encuentra limitado por la Falla de Soapaga al occidente y las fallas de Santa María, Lengupá y Guaicáramo al oriente. Representa lo que se ha denominado como el cordón magistral de la cordillera oriental y es la zona más ampliamente tectonizada del departamento. La cobertura sedimentaria la constituyen rocas del Cretácico, del Paleogeno y del Neogeno y se encuentran fuertemente plegadas y fracturadas, por fallas normales e inversas de bajo ángulo y poco salto, las cuales no siguen un patrón o direccionamiento específico, sino que se encuentran conformando un entramado en varias direcciones²⁶. La relación estratigráfica de este bloque se observa en la figura 11.

Está constituido por las siguientes unidades litoestratigráficas:

²⁵ SCHEIBE, E., Las relaciones entre los pisos de Honda, Gualanday y Barzalosa. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, No.4. Ingeominas, Bogotá, 1938.

²⁶ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA, Bogotá, 2000, pág.

Edad Devónico medio a Carbonífero, según Segovia (1963), y según Rodríguez y Ulloa se compone este grupo de una secuencia de limolitas, arcillolitas y conglomerados.

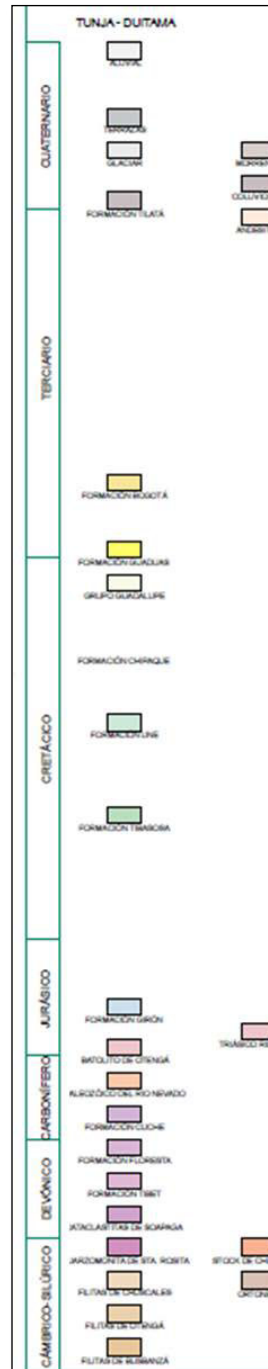


Figura 10 Relación Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Duitama-Tunja (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá escala 1:250.000)

- Formación Batá (Jb)

Edad Liásico, la parte inferior, sin fauna, puede corresponder al Rhético (Rodríguez y Ulloa, 1979). Está constituida por conglomerados en la base, limolitas y areniscas alternantes.

- Grupo Farallones (DCf)
- Formación Calizas del Guavio (Kicg)

Edad: Titoniano a Berriasiano, (Rodríguez y Ulloa, 1979). Esta formación contiene calizas grises claras, macizas, micríticas, con intercalaciones de lutitas y limolitas negras, fosilíferas. Presenta un conglomerado basal con cantos redondeados de arenitas, cuarcitas, limolitas y filitas; presentan niveles de cuarzo arenitas de grano fino a medio.²⁷

- Intrusivo de Pajarito (Kiip)

Edad: Se debe considerar como de edad post-Lutitas de Macanal esto es, Post-Valanginiano. Composición litológica: apófisis de lamprófiros y pequeños diques. Macroscópicamente la roca es de color gris verdoso a verde, textura porfírica y fenocristales oscuros. Rodríguez y Ulloa (1976)

- Formación Lutitas de Macanal (Kilm)

Edad Berriasiano a Valanginiano (Rodríguez y Ulloa, 1979). Esta formación consta de lodolitas negras micáceas, compactas, fosilíferas y ligeramente calcáreas.

- Formación Areniscas de Las Juntas (Kiaj)

Edad Hauteriviano, según Bürgl (1960). La unidad se divide en tres miembros, denominados de manera informal de más antiguo a más reciente: Arenisca de El Volador, Lutitas Intermedias y Arenisca de Almeida. Rodríguez y Ulloa (1979).

- Formación Fómeque (Kif)

Edad Albiano a Aptiano superior, Hubach (1957). Está constituida por lutitas grises oscuras a negras, interestratificadas con lodolitas calcáreas, limolitas

²⁷ RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Geología del Cuadrángulo K-12: Guateque. Informe No. 1701, Ingeominas, Bogotá, 1976.

grises y lentes de calizas grises oscuras a negras Hubach (1957 a y b, en Rodríguez y Ulloa, 1979)²⁸.

- Formación Une (Kiu)

Descrita en el Bloque Tunja – Duitama.

- Formación Chipaque (Ksc)

Descrita en el Bloque Tunja – Duitama.

- Grupo Guadalupe (Ksg)

Descrito en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco.

- Formación Guaduas (KsPgg)

Descrita en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco.

- Formación Areniscas de Socha (Pgpas)

Edad Paleoceno Inferior según Van der Hammen (1957); Paleoceno superior según Sarmiento (en Osorno, 1994 inédito). Está compuesta por una sucesión de arenitas de grano fino a grueso con niveles conglomeráticos. (Alvarado y Sarmiento, 1944)²⁹.

- Formación Arcillas de Socha (Pgpeas)

Edad Paleoceno medio al Eoceno superior según Van der Hammen (1953). Está constituida por lodolitas gris oscuro, que por alteración dan tonalidades rojo-amarillentas; en la parte media de la formación presenta capas de lodolitas gris oscuras con intercalaciones de arenitas líticas, de grano fino a medio, color gris verdoso Alvarado y Sarmiento (1967).

- Riolitas de Iza (Pgri)

Edad: Este cuerpo extrusivo se ha datado por correlaciones estratigráficas como de edad Mioceno o eventualmente Plioceno Tardío, de acuerdo con

²⁸ HUBACH, E, Yacimientos de Mineral de Hierro, Carbón y Caliza en Colombia, como base para la Industria Siderúrgica, Servicio Geológico Nacional, Informe No. 769, Santafé de Bogotá. 1951.

²⁹ SARMIENTO, R. Reconocimiento preliminar de los yacimientos de caliza y mármol de la región de Sogamoso, Departamento de Boyacá. Inf. 354, Servicio Geológico Nacional Bogotá 1942.

Renzoni (1969). Este cuerpo volcánico se observó intruyendo a las formaciones Plaeners y Arenisca Tierna. Macroscópicamente ofrecen un color blanco con tintes amarillentos a rojizos, con textura porfírica y fenocristales de cuarzo, plagioclasa y anfíbol; como minerales accesorios.

- Formación Picacho (Pgep)

Edad Eoceno inferior según Germeraad, (1968); Se diferencian los siguientes conjuntos: areniscas cuarzo feldespáticas de grano medio a grueso, cemento síliceo. El conjunto está constituido por bancos gruesos a muy gruesos de arenitas líticas. Conjunto b compuestos de lodolitas rojizo amarillentas. Conjunto c arenitas cuarzo feldespáticas con las mismas características del conjunto a. (Alvarado y Sarmiento, 1994)

Formación Concentración (Pgeoc)

Edad Eoceno medio a Oligoceno medio en el área de Paz del Río, de acuerdo a estudios palinológicos, efectuados por Van der Hammen (1957 b). Se compone de arcillolitas yesíferas y areniscas de grano fino a grueso, lodolitas y arcillolitas gris oscuro a gris verdoso.

2.3.1.2.4 Bloque del Macizo de Floresta

Bloque Macizo de Floresta. Está situado en la parte media de la cordillera oriental y noroeste del departamento de Boyacá; forma parte de la cadena de “Macizos Antiguos”. Las rocas cristalinas que lo conforman, están compuestas por un conjunto de rocas metamórficas e ígneas intrusivas. Las metamórfitas fundamentalmente están constituidas por neis cordierítico, gris oscuro, filitas y esquistos micáceos: El intrusivo es un granito rosado, escaso en mica.

Estructuralmente, el Macizo de Floresta es un anticlinal amplio, delimitado en sus flancos por dos fallas inversas importantes: la de Boyacá al occidente y la de Soapaga al oriente, ambas de orientación Suroccidente - Nororiente

Las rocas más antiguas, con edades comprendidas dentro del Proterozoico en el Departamento de Boyacá se asocian con el Macizo de Floresta, y están representadas por materiales producto de metamorfismo regional, facies anfíbolita, tales como las Filitas de Busbanzá, Otengá y Chuscales; y rocas intrusivas tales como las del Macizo de la Floresta, la Cuarzo monzonita de

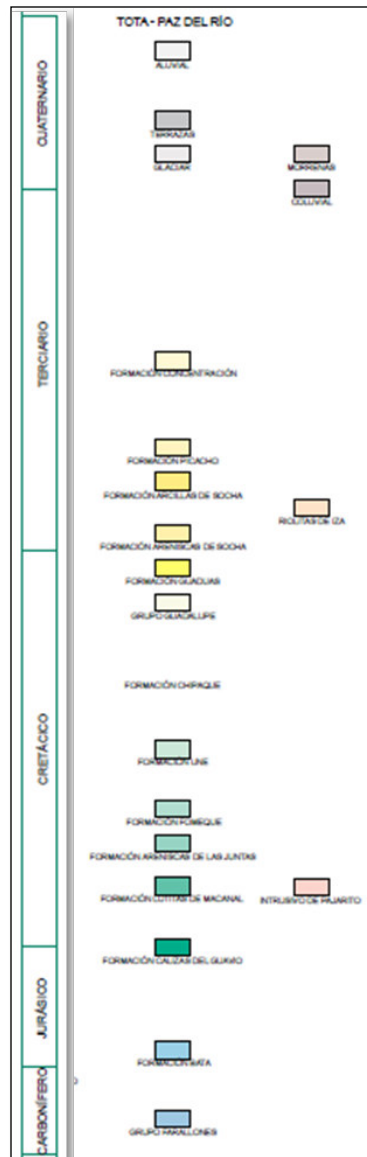


Figura 11 Relación Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Tota-Paz de Río
 (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala
 1:250.000)

Santa Rosita y el Stock de Chuscales (Winkler, 1978), (Ulloa C. y Rodríguez E).³⁰

- Formación Cuche (Cc)

³⁰RODRIGUEZ, E., Y ULLOA, C, Ocurrencias Minerales del Departamento de Boyacá, XII Congreso Nal. de Ingeniería, Paipa, Boyacá, 1975.

Edad Devoniano Medio al Carboniano Inferior, según Mojica y Villarroel (1984) litológicamente se compone de arcillolitas de colores crema y violeta, se mencionara un conjunto inferior compuesto por limolitas micáceas, con intercalaciones de arcillolitas arenosas, rojizas y esporádicas capas de arenitas arcillosas, grises amarillentas, de colores grises a grises amarillentos cuando la meteorización no es muy intensa y rojiza a rojiza - amarillenta, cuando están intensamente meteorizadas.³¹

- Formación Floresta (Df)

Edad Devoniano medio según Caster (1939), está compuesta por una sucesión de arcillolitas de color amarillento, con intercalaciones de limolitas amarillentas y arenitas arcillosas, porosas, de pocos metros de espesor (Mojica y Villarreal) (1984)³²

- Batolito de Otengá (Tjbo)

Edad Triásico-Jurásico Medio, Rodríguez y Ulloa (1982). Es cuerpo intrusivo, cubierto en su parte central por rocas metamórficas. Su composición varía desde cuarzo sienítica a granito, e incluso a granodiorita.³³

- Andesitas (Ngpla)

Edad Plioceno, según Renzoni (1967) y Olade (1982). De acuerdo con el análisis realizado sobre una muestra de una ignimbrita, su composición es riolítica y macroscópicamente las vulcanitas son de color blanco con tintes amarillento – rojizos; afaníticas a vítreas con fenocristales de cuarzo, sanidina, plagioclasa y anfíbol (Rincón y Romero, 1990), (Renzoni, 1967).³⁴

2.3.1.3 Cuenca Sierra Nevada del Cocuy.

Corresponde a la parte más nororiental del Departamento de Boyacá, está limitada al occidente por el sistema de fallas de Guaicáramo y al oriente por las estribaciones orientales de la Sierra Nevada del Cocuy, en los límites con el

³¹ BOTERO, Reconocimiento geológico del área comprendida entre los municipios de Belén, Cerinza, Floresta, Nobsa y Santa Rosa de Viterbo Depto. De Boyacá, Inf. No. 534 en Comp. de Est. Geol. Oficiales en Colombia, tomo VIII, p 244 –311. 1950.

³² MOJICA, J. y VILLARROEL, C. Contribución al conocimiento de las Unidades Paleozoicas del área de Floresta (Cordillera Oriental Colombiana, Departamento de Boyacá) y en especial al de la Formación Cuhe. 1984.

³³ RODRIGUEZ, E., Y ULLOA, C, Ocurrencias Minerales del Departamento de Boyacá, XII Congreso Nal. de Ingeniería, Paipa, Boyacá 1975.

³⁴ RENZONI, G. Geología del cuadrángulo J-12 (Tunja). Bol. Geol., vol.24, No. 2, pp.31 -48, (escrito en 1967), Bogotá, 1981.

Departamento de Arauca. En él se encuentran las mayores alturas de la cordillera oriental (5.180 m en el Pico Pan de Azúcar y algo más de 5.000 m en el Pico de Concavito). La figura 12 muestra la relación estratigráfica de esta cuenca.

Esta cuenca se caracteriza por presentar un cambio de orientación de la cordillera oriental, que de Suroeste-Noreste pasa a Sureste-Noroeste, conformando una situación tectónica bastante “*sui generis*” en el sistema cordillerano de Colombia. En esta cuenca se encuentran más de 6.000 m de estratos sedimentarios y una pequeña masa de rocas cristalinas de edad Cretácico Inferior, probablemente relacionada con los esfuerzos de compresión que prevalecieron en la zona durante este período, según Fabre A. (1983).

2.3.1.3.1 Bloque Cocuy - Cubará – Margua

Las unidades litoestratigráficas que conforman esta cuenca son:

- Formación Silgará (pDs)

Edad Pre-Devónico según G. Rodríguez, (INGEOMINAS 2000). Esta Formación está compuesta por una secuencia de rocas clásticas metamorfoseadas, pizarras, filitas, metalimolitas, metaareniscas, metagrauvacas y metagrauvacas güijarrosas, con menores cantidades de pizarra y filita calcárea, según Ward et al. (1973), Vargas et al. (1976) y en Pulido (1979).

- Formación Floresta (Df)

Ya definida en la cuenca Cordillera Oriental, Bloque Macizo de Floresta.

- Formación Río Negro (Kirn)

Edad Neocomiano (?) - Aptiano Richards (1968) y Julivert et al. (1968). la unidad está representada por un conjunto variable de lutitas oscuras, areniscas cuarzosas y conglomerados (Vargas,et al., 1976).

- Formación Tibú - Mercedes (Kitm)

Edad Aptiano Superior - Albiano Inferior según Notestein et al. (1944), La Formación Tibú consiste en una serie de paquetes de areniscas güijosas de grano grueso en la base, gruesos paquetes de calizas fosilíferas grises, con algunas pequeñas intercalaciones de shales y areniscas de grano fino (Notestein et al, 1944)

- Formación Capacho (Ksc)

Edad Cenomaniano - Turoniano según Richards (1968). Esta unidad está constituida por lutitas negras con intercalaciones arenosas en la base y bancos de calizas fosilíferas, (Vargas et al., 1976).³⁵

- Formación La Luna (Ksl)

Edad Campaniano superior a Maastrichtiano Inferior, según Osorno, 1994, (carretera Tasco - Paz del Río). Vargas et al (1976), conformada por areniscas de cuarzo, color gris oscuro, con algunos niveles de arenitas cuarzosas y calcáreas, limolitas calcáreas gris claras oscuras, con intercalaciones frecuentes de lodolitas grises oscuras a negras.

- Formación Colón - Mito Juan (Kscm)

Edad Campaniano - Maestrichtiano Notestein et al. (1944). La Formación Colón está constituida por shales gris oscuro a negro, localmente piríticos, la unidad consta de lutitas gris a gris oscura, ligeramente calcáreas, con cantidades moderadas de foraminíferos.

- Formación Barco (Pgpb)

Edad Paleoceno Inferior, Van der Hammen (1958). La sección tipo se compone de arenisca, shales y arcillolita intercalados (Notestein et al., 1944).

- Formación Los Cuervos (Pgpec)

Edad Paleoceno Medio al Eoceno Inferior de acuerdo con Van der Hammen (1958). Están constituidas por arcillolitas y shales con escasas capas arenosas, según Notestein et al, (1944).³⁶

- Formación Mirador (Pgem)

Edad Eoceno Inferior – Medio, según Van der Hammen (1958). La unidad está constituida por areniscas de grano fino a grueso con capas conglomeráticas y esporádicas intercalaciones de lutita gris púrpura y limolita. (Sutton, 1946).³⁷

³⁵ VARGAS, R., ARIAS. A., JARAMILLO, L., TELLEZ, N. Geología del Cuadrángulo I-13 Málaga. Inf 1712 Inst. Nal. Inv. Geol. Min. Bogotá 1976.

³⁶ NOTESTEIN, F. B., et al. Geology of the Barco Concession, Republic of Colombia, South America. Bull. Geol. Soc. Amer., (Boulder, Colorado), vol. 55, pp.1165 - 1215, New York. 1944.

³⁷ SUTTON, F. A., Geology of the Maracaibo Basin, Venezuela. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull., vol. 30, pp. 1621 - 1741, Tulsa. 1946.

- Formación Carbonera (Pgoc)

Edad Eoceno Superior - Oligoceno Inferior, Van der Hammen (1958). Está constituida por arcillolitas grises a gris verdoso y marrón con intercalaciones de areniscas arcillosas, según Notestein et al, (1944).

- Formación León (Pgol)

Edad Oligoceno Superior y el Mioceno Inferior, Notestein et al. (1944). Van der Hammen (1958). Consta de shales grises y gris verdoso con algunas capas de arenisca que contienen láminas carbonosas, Notestein et al, (1944).

- Formación Guayabo (Pgog)

Edad Oligoceno Superior - Mioceno A.Olsson, según Van Der Hammen T. (1958). De base a tope la unidad consiste en arcillas, arcillas arenosas con areniscas, y localmente arcillas moteadas. Notestein et al, (1944)³⁸

2.3.1.4 Cuenca del Pie de Monte Llanero

Corresponde en el Departamento de Boyacá, a las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental, en su dirección Suroeste - Noreste. Está limitado al occidente por el sistema de fallas de Guaicáramo y al oriente por la Falla de Yopal. Las unidades litoestratigráficas que conforman esta cuenca son las siguientes. La figura 13 se observa la relación estratigráfica de esta cuenca.

2.3.1.4.1 Bloque San Luis de Gaceno

- Grupo Palmichal (kpg)

Edad no ha sido determinada paleontológicamente, aunque por su posición estratigráfica puede ser considerado Coniaciano - Paleoceno (Ulloa et al, 1988) y (Van der Hammen en 1957). Se compone de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, con intercalaciones de lutitas y limolitas grises claras a oscuras, se presentan lentes de caliza.

³⁸ Recuperado el día 09-07-2015 del portal www.academia.edu ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, Bogotá, 2000, pág.67,68

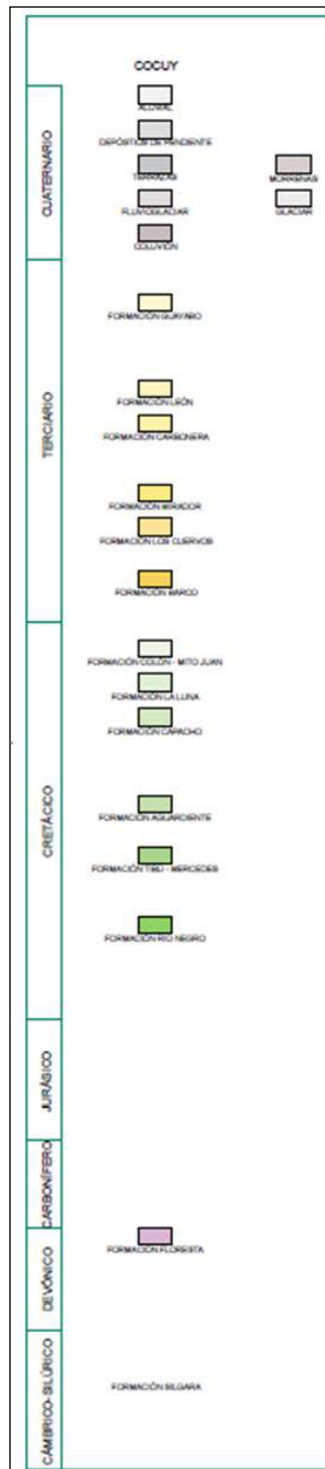


Figura 12 Relación Estratigráfica Cuenca el Cocuy (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeomias escala 1:250.000)

- Formación Arcillas del Limbo (Tal)

Edad Paleoceno, Van Der Hammen (1955b).se compone de arcillas grises y verdosas, con intercalaciones de cuarzoarenitas blanco amarillentas, de grano medio a grueso (Hubach, 1941).

- Formación Areniscas del Limbo (Tarl)

Edad Eoceno superior (Duque Caro, en Ulloa et al., 1988).se compone de areniscas conglomeráticas, arcillolitas, areniscas y lutitas, según Hubach (1941) y Van Der Hammen (1960).³⁹

- Formación San Fernando (Tsf)

Edad Oligoceno - Mioceno inferior, Duque H. (en Rodríguez y Ulloa, 1976). Está compuesta por arcillolitas grises y cuarzoarenitas de grano medio a grueso.

- Formación Diablo (Td)

Edad Oligoceno medio a superior, según Van Der Hammen (1957). Está compuesta por cuarzoarenitas blanco amarillentas, de grano medio a grueso, en capas muy gruesas. Renz, (1938) citado en Rodríguez y Ulloa (1976).

- Formación Caja (Tc)

Edad Oligoceno superior y quizá pueda incluir la parte más baja del Mioceno, Van Der Hammen (1958). Está compuesta por una alternancia de lutitas, areniscas blancas a gris amarillentas de grano fino a medio, Valencia (1938).

- Formación La Corneta (NgQlc)

Edad Pleistoceno superior, según Rodríguez y Ulloa (1979). Esta unidad está conformada por gravas con cantos de arenisca y cuarzo.

2.3.1.5 Depósitos Cuaternarios

- Glaciares (Qm)

Este tipo de depósitos se presenta en el extremo noroeste y constan de una serie de morrenas, formadas por una masa de bloques angulares, parcialmente

³⁹ VAN DER HAMMEN, T. Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol. Geol. vol VI, No. 1-3, p 67-128, o Informe No. 1279 Servicio Geológico Nacional, Bogotá, 1957.

de arenitas y conglomerados, en una matriz areno-arcillosa, sin ninguna selección.

- Coluviales (Qc)

Con este término se incluyen los depósitos de talud y derrubios; están constituidos por acumulaciones de materiales de composición heterogénea y de tamaño variable, predominantemente bloques angulares.

- Aluviales (Qal)

Se ubican hacia las márgenes de los drenajes principales y consisten de bloques redondeados, a subredondeados principalmente de arenitas, en una matriz areno-arcillosa.

- Fluvioglaciares (Qfg).

Con este nombre se designa a unos depósitos de edad Pleistocena, que corresponden a la acumulación mecánica de gran cantidad de materiales de diferentes tamaños y composición, que se ubican principalmente en las zonas contiguas a los restos glaciares de la Sierra Nevada de Cocuy-Güican, como producto del descenso erosivo de masas glaciares.

- Terrazas (Qt).

Son depósitos principalmente constituidos por gravas y arenas, formados como consecuencia de los cambios en el nivel de erosivo y de depositación de antiguas corrientes fluviales, dejando una superficie más alta que el actual nivel de inundación. Se presentan en proximidades de las principales corrientes del departamento y ofrecen una superficie generalmente plana.

- De Pendiente (Qdp).

Son depósitos de forma irregular, formados por la superposición tanto de la constante acción erosiva que afecta las partes altas de las cordilleras, como de la acción de la gravedad que acelera el fenómeno. Se presentan en muchas áreas a lo largo de las zonas de piedemonte del departamento y están formados por materiales de diferentes tamaños, mezclados erráticamente.

- Derrubios (Qd).

Son depósitos formados también en inmediaciones de las zonas cordilleranas y corresponden a la acumulación de bloques y fragmentos generalmente

grandes, inconsistentes, inmersos dentro de una matriz arcillosa, producto de su desprendimiento por acción mecánica de las partes de alta pendiente en las zonas formadas por materiales consolidados y de grano grueso.⁴⁰

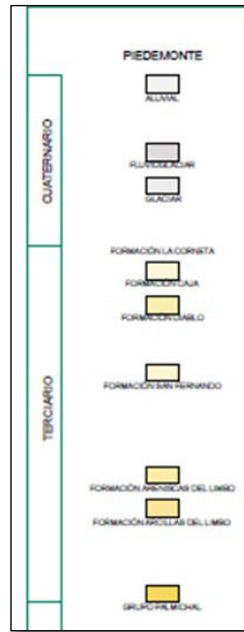


Figura 13 Relación Estratigráfica Cuenca Pie de Monte Llanero (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000)

2.3.1.6 Formaciones Susceptibles a Movimientos en Masa.

Desde el punto de vista estratigráfico algunas unidades presentan una mayor susceptibilidad a ser afectadas por movimientos en masa, esto es debido a condiciones intrínsecas como su litología, dando a entender que rocas como arcillolitas, Lutitas, y limolitas son el común denominador de los procesos de inestabilidad Geológica.

Si a este factor se le suma la influencia de niveles altos de precipitación, cambios de uso de suelo, desmontes y actividades antrópicas combinadas con las condiciones naturales como la tectónica regional y las geoformas generadas por los procesos denudacionales, se identificarán Formaciones Geológicas que cumplen con estas características y estarán asociadas en su mayoría con los Movimientos en Masa.

⁴⁰ Recuperado el 10-07-2015 del portal www.academia.edu. ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, Bogotá, 2000, pág 72.73.

A continuación la tabla 2 (Pág. 40) muestra un cuadro donde se podrán ubicar algunas de las formaciones que debido a lo descrito anteriormente presenta mayores problemas de inestabilidad Geológica.

| Edad | Cuenca | | | | | |
|-------------|---|------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| Periodo | Valle Medio del Magdalena | Cordillera Oriental | | | El Cocuy | Pie de Monte Llanero |
| | | Bloque Chiquinquirá-Arcabuco | Bloque Tunja-Duitama | Bloque Tota-Paz de Río | | |
| Terciario | Formación Cambras | | | | Formación Carbonera | |
| | Formación San Juan de Río Seco Segmento 2 y 4 | | | Formación Arcillas de Socha | Formación Los cuervos | Arcillas de Limbo |
| Cretácico | | Formación Guaduas | Formación Guaduas | Formación Guaduas | Formación Colon-Mito Juan | Grupo Palmichal |
| | | Formación Conejo | Formación Chipaque | Formación Chipaque | Formación Capacho | |
| | | Formación Frontera | | | | |
| | | Formación Simijaca | | | | |
| | | Formación Simiti | | | | |
| | | | | Formación Fomeque | | |
| | | Formación Paja | | | | |
| | | Formación Ritoque | | Formación Lutitas de Macanal | Formación Río Negro | |
| Jurásico | | | | | | |
| Carbonífero | | | | Grupo Farallones | | |

Tabla 2 Correlación de Formaciones Susceptibles a Movimientos en Masa

2.3.2. Tectónica de Boyacá.

El Departamento de Boyacá está ubicado en la parte central de la Cordillera Oriental y junto con el Departamento de Cundinamarca, fueron sometidos a una serie de procesos tectónicos y estructurales que definieron la alineación de pliegues y fallas, con una dirección preferente hacia el Noreste, hasta el Páramo o Nudo de Santurbán; en donde la presencia de altos topográficos fuertes, tales como el Macizo de Floresta y la Sierra Nevada del Cocuy, desviaron el recorrido de todo ese tren estructural hacia el Noroeste, confinando las cuencas sedimentarias de Boyacá y Cundinamarca y conformando junto con el Macizo de Santander y la Falla Santa Marta-Bucaramanga, un nuevo ramal cordillerano que sigue los límites de Colombia y Venezuela, y da origen a la Serranía de Perijá.

La intensa actividad tectónica generada en los últimos episodios de la orogenia andina, da lugar a diferentes estilos estructurales representados en el Departamento de Boyacá en las cuatro cuencas en las que se aprecia gran variación estratigráfica, estructural y tectónica. La zona que ocupa el departamento de Boyacá fue objeto, junto con la parte central de la cordillera oriental, de una tectónica expansiva que originó una inversión tectónica o un “megahorst”, cuyas fallas laterales y discontinuidades estratigráficas denotan un

sistema estructural de bloques en forma de escamas o “tajadas”, unas gruesas y otras delgadas, montadas o cabalgando la una sobre la siguiente.

En este mismo sentido se han intentado dividir los bloques tectónicos antes mencionados, tomando como de escama gruesa, los bloques Chiquinquirá - Arcabuco y Cocuy y de escama delgada, los bloques Tunja - Duitama y Tota - Paz de Río. Pertenecientes a la cuenca de la cordillera Oriental, Cada bloque está limitado por cabalgamientos a lo largo de fallas de ángulo moderado, que convergen hacia el Este. Algunas veces incluso estas fallas presentan imbricaciones, repitiendo la secuencia de rocas Cretácico-Paleogenas, tal como sucede en el bloque de Tunja –Duitama.⁴¹

2.3.2.1 Cuenca: Valle Medio del Magdalena

Es una cuenca tipo Graben, conformada por dos bloques escalonados:

Bloque a) La parte Boyacense del valle de inundación del Bloque del Valle Medio del Magdalena, la cual se extiende desde el cauce actual del río (al occidente) hasta la falla de Cambrás (al oriente). Está constituido por depósitos semi-consolidados y no-consolidados del Neogeno, Pleistoceno y reciente. Esta zona no presenta ninguna complicación tectónica o estructural.

Bloque b) El flanco occidental del Bloque Otanche, el cual se extiende desde la Falla de Cambrás antes mencionada, al oriente, hasta las fallas de cabalgamiento de Guadualito y La Salina, al occidente, las cuales inicialmente fueron una sola estructura que luego fue cortada y separada por la Falla dextral del Toco, de dirección E-W. Es un bloque hundido con respecto a la cuenca de la Cordillera Oriental, pero levantado con respecto al bloque del Valle Medio del Magdalena.

Entre estas fallas de Cambrás y La Salina - Guadualito, se presenta una serie de pliegues alargados en sentido N30E a N40E, y relativamente amplios, conocidos como el Anticlinal de La Cuchilla El Cebú, el Sinclinal de Llano Mateo, el Sinclinal de Caparrapí - Piedra Candela, el Anticlinal de Terama y el anticlinal de Nazareth. (Antonio José Rodríguez, 2000).

⁴¹ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA, Bogotá, 2000, pág 74, 75.

2.3.2.2 Cuenca Cordillera Oriental

Equivale al “Supraterreno de la Cordillera Oriental” de Etayo et al (1985), en su informe del Mapa de Terrenos de Colombia. Es una provincia muy extensa pues cubre la mayor parte de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Boyacá está limitada al occidente por el sistema de fallas de La Salina, al suroriente por el sistema de fallas del Borde Llanero o de Guaicáramo. Está constituida principalmente por rocas sedimentarias Cretácicas, Paleogenas y Neogenas, intensamente plegadas y falladas. Dentro de esta cuenca se distinguen los bloques de Chiquinquirá - Arcabuco, Tunja - Duitama y Tota - Paz de Río.

El Bloque Chiquinquirá - Arcabuco está localizado inmediatamente al oriente del bloque de Otanche y está limitado por la Falla de cabalgamiento de La Salina al occidente y la Falla inversa de Boyacá al oriente.

El Bloque Tunja - Duitama: se encuentra a continuación hacia el oriente del bloque Chiquinquirá. Corresponde a una escama delgada constituida por las fallas de cabalgamiento de Boyacá, límite occidental del bloque, y de Soapaga límite oriental del bloque. Está conformado por dos zonas bien diferentes tanto geológica como morfológicamente. El tercio más noroccidental está constituido por el Macizo de Floresta y el Páramo de La Rusia, y los dos tercios centro y suroccidentales constituidos por los altiplanos de Tunja y Duitama (Antonio José Rodríguez, 2000).

EL Bloque Tota - Paz de Río, se localiza al oriente del bloque Tunja y se encuentra limitado por la Falla de Soapaga al occidente y las fallas de Santa María -Lengupá al Suroriente y Guaicáramo al nororiente. Representa lo que se ha denominado como el cordón magistral de la cordillera oriental y es la zona más ampliamente tectonizada del departamento. La Falla de Soapaga pone en contacto, rocas sedimentarias replegadas del Cretácico, encima de rocas del Paleogeno e incluso del Neogeno.

La Falla de Guaicáramo es una falla inversa, de bajo ángulo, cuyo plano de falla buza hacia el Oeste y pone en contacto rocas de la Formación Caja con rocas del Grupo Palmichal. (Antonio José Rodríguez, 2000)

2.3.2.3 Cuenca del Piedemonte

Es una cuenca hundida respecto a la de la Cordillera Oriental, se encuentra inmediatamente al oriente de la cordillera y está limitada al occidente por el sistema de fallas de Guaicáramo y al oriente por la Falla de Yopal.

2.3.2.4 Cuenca de la Sierra Nevada del Cocuy

Está situada al extremo Noreste del departamento y está limitada al occidente por el sistema de fallas de Guaicáramo y al oriente por las estribaciones orientales de la Sierra Nevada del Cocuy en los límites con el Departamento de Arauca. Esta cuenca se caracteriza por presentar un cambio de orientación de la cordillera oriental, que de Suroeste-Noreste pasa a Sureste-Noroeste, conformando una situación tectónica bastante “*sui generis*” en el sistema cordillerano de Colombia. Según Fabre A. (1983), la zona del Cocuy ha soportado diversos fenómenos tectónico-orogénicos, de extensión-subsidencia durante el Cretácico superior - Paleogeno inferior y de compresión-levantamiento durante el Neogeno. (Antonio José Rodríguez, 2000)⁴²

2.3.3 Geomorfología.

El Departamento de Boyacá presenta una topografía correspondiente al relieve formado en la parte occidental de la cordillera Oriental y sus estribaciones. El relieve es producto de una gran actividad tectónica, de la erosión diferencial y la acción de los climas sucesivos, sobre todo los periodos húmedos que en algunos casos ocasionan grandes movimientos en masa. En estas condiciones se formó un relieve con cresta, escarpes de falla, conos, abanicos, valles fluviales, zonas deprimidas y laderas con pendientes de longitud y grado variable.⁴³

Se distinguen cuatro unidades morfológicas en el Departamento, el valle del río Magdalena, la cordillera Oriental, el altiplano y el piedemonte de los llanos orientales. El valle del Magdalena medio, en la parte occidental del departamento, comprende las tierras bajas y planas entre el río Magdalena y la vertiente occidental de la cordillera Oriental, con alturas inferiores a 500 metros sobre el nivel del mar.

La cordillera Oriental ocupa gran parte del territorio con alturas hasta de 5.380 m.s.n.m. en la sierra nevada del Cocuy, sus accidentes más representativos son la serranía de las Quinchas, la cordillera del Zorro y los páramos de la Rusia, Guantiva, Pisba, Chontales y Rechíniga, la Sierra Nevada del Cocuy, se

⁴² Recuperado el 10-07-2015 del portal www.academia.edu. ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA Bogotá, 2000, pág 72,73.

⁴³ Nelson Olmedo Hernández Rubiano, Inventario Minero de Boyacá- aspecto Geológico, Bogotá, 2003.

poseciona como la única altura nevada de la cordillera Oriental, conformada por veinticinco nevados entre los que se distinguen el Ritacuba Blanco, el Pan de Azúcar, el Pulpito del Diablo, el Cóncava, el Ritacuba Negro y el Ritacuba Norte; esta cordillera constituye una estrella fluvial donde nacen numerosos ríos que alimentan el sistema de las cuencas hidrográficas de los ríos Chicamocha y Arauca.

El conocido como altiplano Cundiboyacense, comprende desde el páramo de Sumapáz en Cundinamarca hasta las bases de la sierra nevada del Cocuy. En Boyacá, se caracteriza por una serie de valles intercalados de gran fertilidad y belleza que se alternan con montañas más o menos altas, destacándose el altiplano principal compuesto por la meseta de Tunja, los Valles del Tundama, Belén, Sogamoso, Corrales, Floresta y Paz de Río y las regiones de Susacón y Soatá, donde el altiplano se estrecha, así como los valles laterales de Tenza y Moniquirá.

El piedemonte de los llanos orientales comprende el flanco occidental de la cordillera Oriental, en cuya vertiente se encuentra una serie de valles formados por ríos que descienden de la cordillera y hacen parte de la cuenca del Orinoco, incluye algunos sectores planos que corresponden a la región de los llanos orientales como son San Luis de Gaceno, Paya y Cubará.⁴⁴

2.3.4 Hidrografía.

El sistema hidrográfico de Boyacá está constituido por numerosos ríos y quebradas que nacen en la Cordillera Oriental, afluentes directos o de algunos de los principales tributarios de los ríos Magdalena, Meta y Arauca. En general, esta red hidrográfica hace parte de cinco grandes subcuencas u hoyas hidrográficas (IGAC, 1996), así:

a. Hoya Hidrográfica del Río Arauca: localizada al Noreste del departamento, está constituida principalmente, por los ríos Boyacá, Cobaría, Orozco, Cabuyón y Derrumbada, junto con algunas corrientes menores que nacen más al Norte, en la Cordillera Oriental.

b. Hoya Hidrográfica del río Meta: Se sitúa hacia el sureste del departamento y está conformada por los ríos Cusiana, Cravo Sur, Pisba, Tocaría, Upía, Lengupá, Garagoa y Sunusa. Estos dos últimos se unen para formar el río Batá, sobre el cual se localiza la represa de Chivor.

⁴⁴ Recuperado el 13-07-2015 del portal www.todacolombia.com- Departamento de Boyacá, Fisiografía.

c. Hoya Hidrográfica del río Chicamocha: Se sitúa hacia el centro y oeste del departamento, donde nace el río Chicamocha, que tiene como principales afluentes los ríos Chitano, Susacón, Sargua, Jabonera y Soapaga y las quebradas Otengá, LaChapa y La Carrera entre otras.

d. Hoya Hidrográfica del río Suárez: Localizada hacia el noroeste del departamento, está conformada por los ríos Lenguaraco, Ubazá, Pómea, Madrón y Monquirá y las quebradas Agua Blanca y Otero.

e. Hoya Hidrográfica del río Magdalena: localizada en el extremo occidental del departamento y constituida por los ríos Ermitaño, Minero y río Negro y la quebrada Velásquez, afluentes del río Magdalena. El departamento cuenta además con los reservorios naturales de agua dulce de las lagunas de Tota, Sochagota, Palagua, Maraňal, y Fúquene (esta última en límites con el Departamento de Cundinamarca), y el recientemente construido embalse artificial de Chivor sobre el Río Batá, el cual aprovecha sus 22 Km. de longitud e inunda 1.260 Hectáreas con un volumen de agua de 815 millones de metros cúbicos.⁴⁵

⁴⁵ ANTONIO JOSÉ RODRÍGUEZ PARRA-ORLANDO SOLANO SILVA, MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTODE BOYACA, HIDROGRAFIA, Bogotá, 2000, pág 7, 8.

3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

La recopilación de información, se realizó basada en tres aspectos, el primero de ellos incluía que la información recopilada tenía que ser proveniente de fuentes oficiales, el segundo, indicaba que los patrones de búsqueda de esta información tenían que cubrir en su totalidad los 123 Municipios del departamento, y el tercero, el que la recopilación de esta información se debía manejar mediante un registro único, donde se clasificara según el municipio afectado, la fuente que suministraba la información y por último la fecha del suceso.

3.1 Fuentes de Información

Los movimientos en masa en el Departamento al igual que en el territorio nacional, son una constante; debido principalmente a tres variables, la primera de ellas es la lluvia, principal detonante en el Departamento de Boyacá, donde se tienen niveles de precipitación que varían entre los 1.000 y 2.500 mm por año. La segunda corresponde a los cambios de uso de suelo. Y la tercera pero no menos importante, es la condición geológica y geomorfológica de cada región.

Las entidades del estado que se encargan de manejar información referente a fenómenos de emergencia por movimientos en masa y que ayudan en su monitoreo, son La Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres, que en Boyacá está representada por la oficina de Consejo Departamental para la gestión del Riesgo de Desastres, el Servicio Geológico Colombiano que a través de su servicio de Metadatos (SICAT) provee información almacenada de todo el país en el ámbito geológico y de la gestión del riesgo, así como las entidades de educación pública como la UPTC.

Además de estas entidades públicas dedicadas al manejo, atención y prevención del riesgo se encuentran otras organizaciones internacionales dedicadas al desarrollo de este tipo de información, como es el caso del portal **DesInventar.org** que fue creada a partir de 1994 por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

3.1.1 Consejo Departamental para la gestión del Riesgo de Desastres

El Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (Antiguo CREPAD) está diseñado para atender emergencias lo que involucra no solo

movimientos en masa, además atiende desastres naturales, inundaciones, incendios y otros tipos de siniestros.

El por lo tanto se enfoca en diagnosticar mediante profesionales capacitados en el área del desastre, los eventos principales y de mayor afectación a la población, lo cual trae consigo un nivel alto de calidad pero al ser tan selectivo, presenta deficiencias si se desea utilizar esta sola fuente para monitorear la susceptibilidad por recurrencia de movimientos en masa de cada Municipio.

Los archivos adquiridos corresponden a un intervalo de tiempo de 1998-2002 en promedio, siendo estos de gran interés e importancia por presentar un seguimiento temporal a zonas con continuos movimientos en masa y problemas de estabilidad de vías y caminos. La importancia de esta información radica que en su mayoría, es producto de visitas técnicas y descripciones en el área, en consecuencia, es una información valiosa en caso de querer profundizar en cada uno de estos eventos.

Para la captura de información del Consejo departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, con la autorización de Ingeniero Alirio Rozo, director de esta entidad, se ingresó al archivo físico donde se procedió a consultar cada uno de los 123 municipios. Estos registros obedecen principalmente a informes técnicos y visitas realizadas por Ingenieros Geólogos a lugares del departamento que presentaron Movimientos en masa o deslizamientos.

La información se encontró en físico y se procedió a digitalizarla guardando estos archivos en PDF, a su vez su clasificación y organización se da siguiendo las tres directrices principales, como lo son almacenamiento por municipio, por fuente y por fecha de elaboración. La figura 14 muestra el almacenamiento de estos.

3.1.2 Servicio Geológico Colombiano (SGC)

En el caso de la información recopilada del Servicio Geológico Colombiano, a través de su base de Metadatos “SICAT”, se llevó acabo la búsqueda utilizando el patrón de lugar o localización de la información, una de las posibles formas de búsqueda que ofrece la plataforma de búsqueda del SICAT, al igual que con las fuentes de información anteriores, el material obtenido se clasificó siguiendo los parámetros de municipio, fuente y fecha del suceso o de generación del producto.

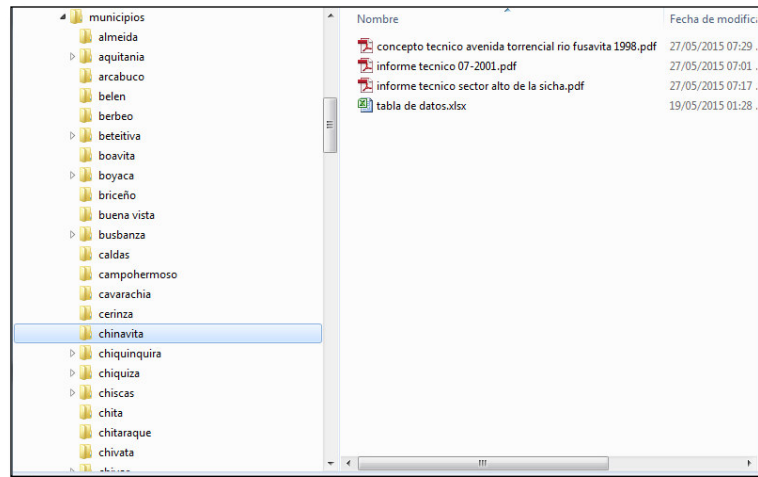


Figura 14 Archivos PDF CDPGR

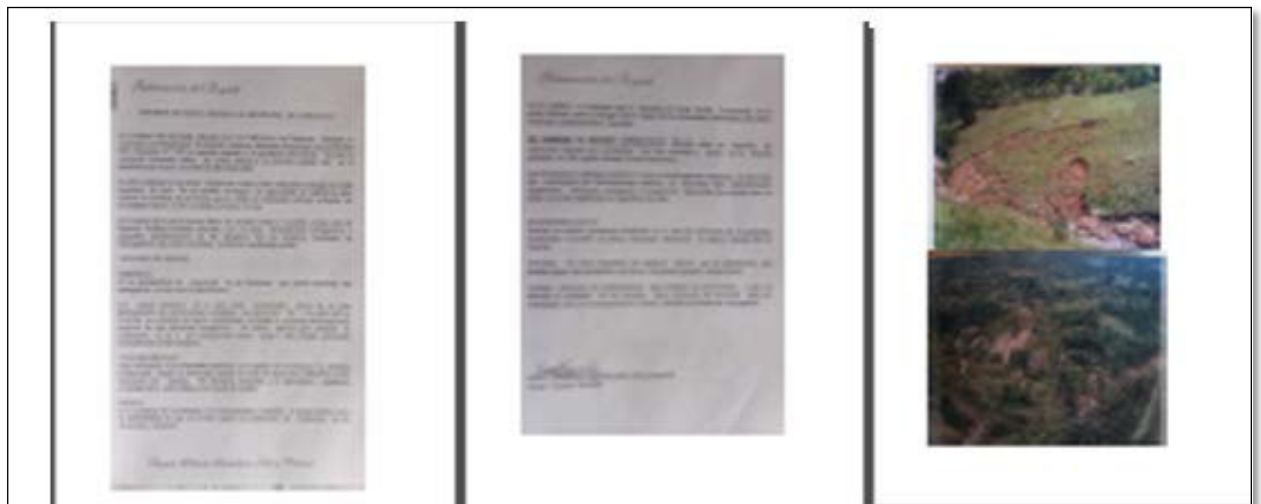


Figura 15 Ejemplo de informes y visitas técnicas

La metodología seguida por el SGC al igual que las entidades anteriores se desarrolla de manera autónoma, la particularidad de esta entidad radica en que los informes realizados son de alta calidad y obedece a un riesgo inminente o en su variación la alta amenaza y su equivalente de vulnerabilidad en poblaciones principales, como cabeceras municipales, obras civiles, y terrenos de trabajo en grandes extensiones, por estos motivos, estos informes son de alto valor en estudios puntuales de cada uno de los municipios.

La información se filtró con base en dos ítems, el primero de ellos eran informes acerca de movimientos en masa, y el segundo obedecía a información de cartografía geológica y geomorfológica. La recopilación de esta información se hizo en compañía de la estudiante de Ingeniería Geológica Camila Otálora, quien desarrolla su trabajo de grado llamado “Estado del Arte Geológico y Geomorfológico del departamento de Boyacá” (en curso).

Para el desarrollo de la captura de información de esta fuente se procedió a buscar por la entrada **Lugar**, donde se ingresa el nombre del municipio y aparece la información relacionada a este, luego se adelantó a una revisión minuciosa para filtrar los archivos de interés, posterior se descargaban y se organizaban mediante la estructura general de Municipios. En la figura 16 y 17 se observa las plantillas de información del portal Sicat, en la figura 18 se observa el almacenamiento de esta.



| TÍTULO | RESUMEN |
|---|---|
| Áreas Inestables en la Vereda Homezaque, Municipio de Tasco, Boyacá - | Se describe la zona en donde ocurrió el deslizamiento (varios asentamientos), se dictamina que las causas de la inestabilidad se fundamentan en las propiedades intrínsecas de la roca y en la modificación del equilibrio natural de las pendientes y aguas debido a ciertas obras que se han adelantado allí. Finalmente se recomiendan una serie de trabajos destinados a buscar la estabilización de los taludes, así como estudios más profundos a fin de que se pueda solucionar definitivamente este problema. |
| Análisis Geológico del Desplazamiento de "El Salitre" - Municipio de Paz del Río y Elaboración del Mapa de Amenaza Potencial por Avalancha de Detritos o Inundaciones | Contiene la evaluación geológica e hidrogeológica de la zona denominada "El Salitre" en el Municipio de Paz del Río en el Departamento de Boyacá y el producto final el mapa de Amenaza Potencial por Avalancha de Detritos o Inundaciones |
| Informe Técnico de la Visita al Caserio de Santa Teresa - Jurisdicción del Municipio de Paz del Río, Boyacá - La Reactivación del Desplazamiento de La Chapa | Contiene el resumen de actividades, resultados y recomendaciones producto de la visita de Ingeominas al Caserio de Santa Teresa - Jurisdicción del Municipio de Paz del Río, Boyacá |

Figura 16 Motor de Búsqueda Sical y Parámetros de Entrada.

SICAT1
Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica

DETALLES CONSULTA GENERAL
Fecha de generación de la página : 10/08/2015 20:25:24

<< Volver al Menú << Atrás Exportar XML

INFORMACIÓN DEL METADATO

| | | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|
| Identificador : | 110030101000011921110602000 | Fecha de Creación : | 8 ene 1988 |
| Idioma : | ESPAÑOL | Conjunto de Caracteres : | utf8 |
| Norma de metadatos : | NTC-4611 / ISO-19115 | Versión de la norma : | 2000 / 2003 |

Mención

Título : Analisis Geologico del Desplazamiento de "El Salitre" - Municipio de Paz del Rio y Elaboracion del Mapa de Amenaza Potencial por Avalancha de Detritos o Inundaciones

Edición : V 2.0

Fechas

| Tipo de Fecha | Fecha |
|---------------|------------|
| Publicación | 8 ene 1988 |


Punto de contacto

| Nombre | Organización | Cargo | Rol |
|--|--------------|-------|-------------------|
| INGEOMINAS Instituto Colombiano de Geología y Minería | | | Autor Corporativo |
| Fondos Documentales / Documentos Originales | | | Custodio |

Descripción de palabras clave

| Tipo | Palabra clave |
|-------|-------------------------|
| Tema | Evaluación Geológica. |
| Tema | Evaluación de Amenazas. |
| Tema | Mapa de Amenazas. |
| Tema | Evaluación Geotécnica. |
| Lugar | Paz De Rio, Boy. |

Vista del gráfico



Fuentes en línea

| Enlace | Protocolo | Perfil | Nombre | Descripción | Función |
|---------|-----------|--------|--------|-------------|---------|
| Ver PDF | | | | | |

[Ver Más Detalles](#)

Figura 17 Ficha del Producto o Información.

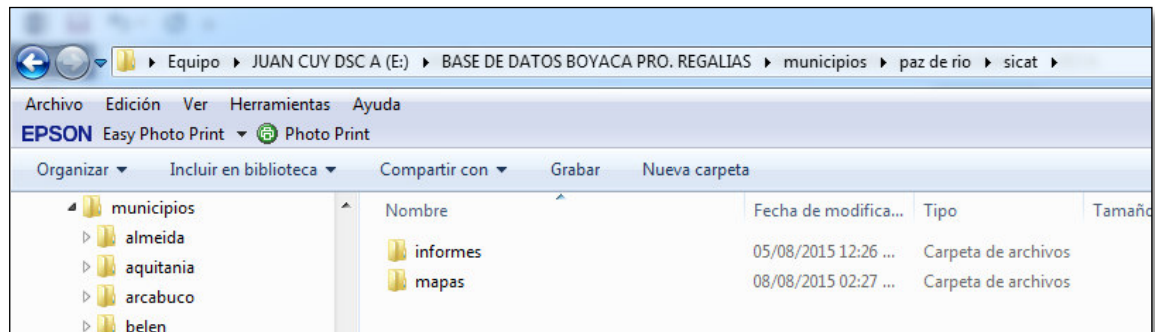


Figura 18 Esquema almacenamiento Información "Sicut"

3.1.3 DesInventar.org

Esta fuente es un referente internacional, que proporciona un seguimiento de calidad debido a las fechas de las que se encuentran reportes, en contra posición el registro no presenta un detalle muy alto, pero el que posee ayuda en la búsqueda de patrones y reconocimiento histórico de sitios afectados por movimientos en masa.

Esta entidad decidió concebir un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres DesInventar.⁴⁶

La captura de información se realizó de manera diferente para cada una de las fuentes. Para recopilar la información proveniente de DesInventar.org, se generó una búsqueda general en su página web donde se ingresaron los siguientes parámetros:

| | |
|-------------------|--|
| BASE DE DATOS | Colombia Inventario Histórico Nacional de Perdidas 1914-2013 |
| GEOGRAFIA | Departamento Boyacá |
| | Municipio (Se Seleccionara uno a uno los 123 Municipios) |
| Tipo de Evento | Actividad Volcanica |
| | Alud |
| | Aluvión |
| | Avenida Torrencial |
| | Deslizamiento |
| Tipos de Causa | Actividad Volcanica |
| | Comportamiento |
| | Condición Atmosferica |
| | Contaminación |
| | Desbordamiento |
| | Desconocida |
| | Deslizamiento |
| | Diseño |
| | Fenomeno del Niño |
| | Fenomeno de la Niña |
| | Erosión |
| | Falla |
| | Inundación |
| | Inversion térmica |
| | Lluvias |
| | Sequia |
| Fecha de Búsqueda | 01/01/1914 a 31/12/2015 |

Tabla 3 Parámetros de Búsqueda DesInventar

⁴⁶ Recuperado el día 13-07-2015 del portal www.desinventar.org.

Luego de seleccionar los parámetros de búsqueda el portal DesInventar genera la ficha de búsqueda, la cual a su vez generará una planilla en formato .xls, la cual será almacenada en la base de datos que está organizada por municipios.

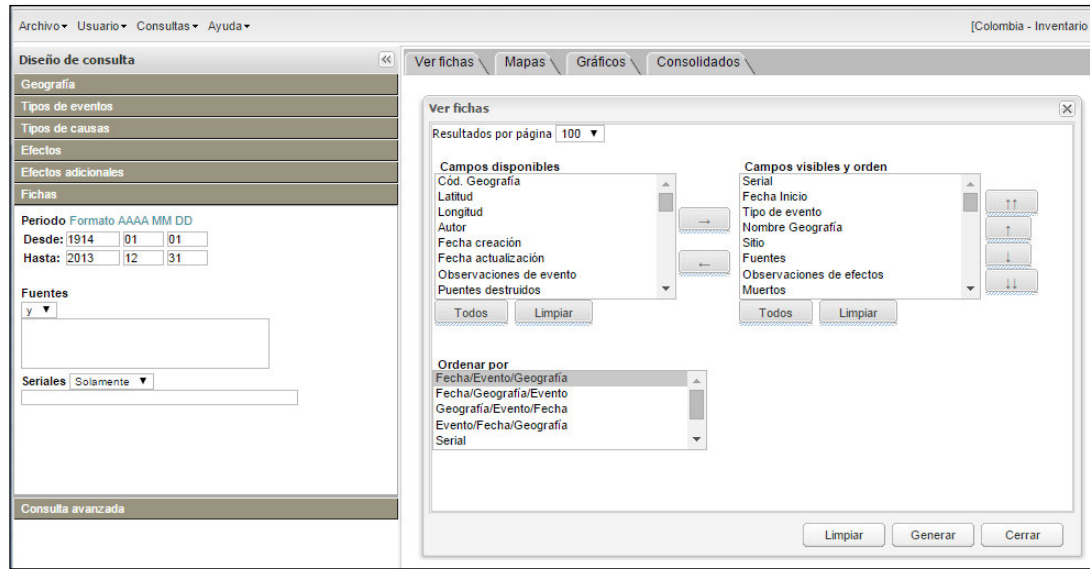
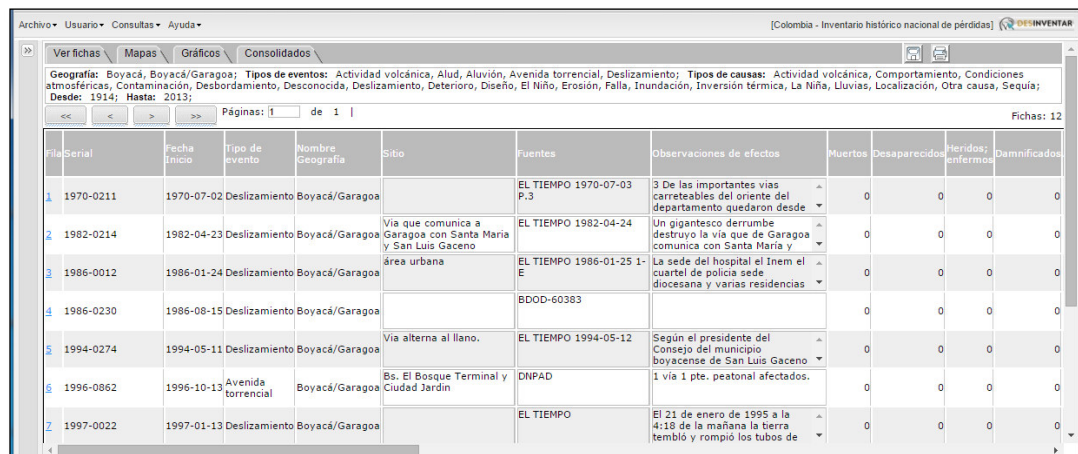


Figura 19 Ficha del Municipio



| Serial | Fecha Inicio | Tipo de evento | Nombre Geografía | Sitio | Fuentes | Observaciones de efectos | Muertos | Desaparecidos | Heridos/enfermos | Dañificados |
|--------|--------------|--------------------|------------------|--|--------------------------|--|---------|---------------|------------------|-------------|
| 1 | 1970-0211 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | | EL TIEMPO 1970-07-03 P.3 | 3 De las importantes vías carretables del oriente del departamento quedaron desde | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1982-0214 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | Via que comunica a Garagoa con Santa María y San Luis Gaceno | EL TIEMPO 1982-04-24 | Un gigantesco derrumbe destruyó la vía que de Garagoa comunica con Santa María y | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1986-0012 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | área urbana | EL TIEMPO 1986-01-25 1-E | La sede del hospital el Inem el cuartel de policía sede diocesana y varias residencias | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1986-0230 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | | BDOD-60383 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1994-0274 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | Via alterna al llano. | EL TIEMPO 1994-05-12 | Según el presidente del Consejo del municipio boyacense de San Luis Gaceno | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1996-0862 | Avenida torrencial | Boyacá/Garagoa | Bs. El Bosque Terminal y Ciudad Jardín | DNPAD | 1 vía 1 pte. peatonal afectados. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 1997-0022 | Deslizamiento | Boyacá/Garagoa | | EL TIEMPO | El 21 de enero de 1995 a la 4:18 de la mañana la tierra tembló y rompió los tubos de | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 20 Tabla Resultado de la Búsqueda

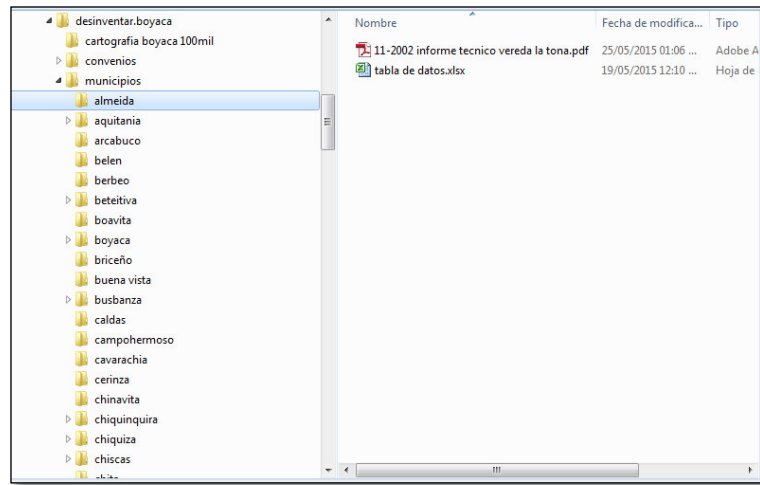


Figura 21 Orden de Almacenamiento

Los archivos descargados del portal DesInventar, fueron almacenados como libros Excel donde la información de cada registro se encuentra descrita en diferentes ítems, con ello se podrán realizar mejores interpretaciones desde el punto de vista estadístico. Así como se muestra en la figura numero 21.

3.1.4 Uptc Información Cartográfica.

La información recopilada de la Uptc es de tipo cartográfico y allí se encuentra temática de Geología y Geomorfología. La recopilación de esta información se realizó en conjunto con la estudiante Camila Otálora quien ejecuta un Trabajo de monografía llamado “Estado del Arte Geológico y Geomorfológico del departamento de Boyacá” (en curso).

Esta información se digitalizó mediante el escaneo de estos mapas y su posterior almacenamiento en dicha base de datos, a estos mapas se les dió una ubicación Geográfica mediante el programa Argis – 9.1.

Esta cartografía geológica se montó sobre un modelo de elevación escala 1:100.000, junto con la distribución de planchas escala 1:25,000 diseñada por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), además se ubicaron los croquis de los municipios de Boyacá, todo esto bajo el sistema de coordenadas proyectadas, pertenecientes a las Grillas Nacionales en origen Bogotá y en algunos casos según la ubicación geográfica de las planchas en Bogotá Este.

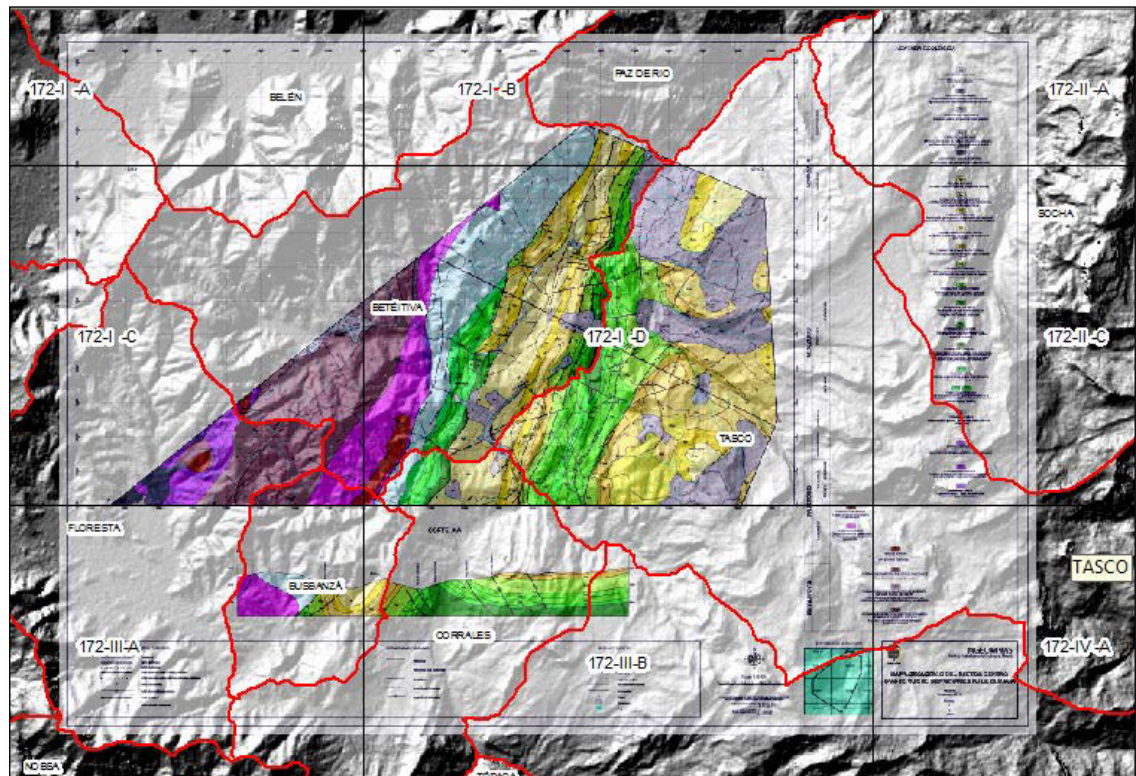


Figura 22 Ejemplo de Mapas Geo-referenciados.

En el caso de la información cartográfica se encontraron algunas variables en el momento de la recopilación; la primera de ellas hace referencia a un error en la exactitud, esto se ve reflejado en que las coordenadas de las planchas no encajan con la distribución de los municipios, quedando está desfasada de su lugar cartográfico según el croquis de distribución municipal. Por otra parte las escalas que tienen cada uno de los mapas geológicos y geomorfológicos varía entre un rango de 1:5000 hasta escalas 1:100.000, en muchos de estos casos la cartografía no abarca totalmente el municipio o abarca más de un municipio aledaño, esto en la fase de información puede generar un concepto o resultado erróneo, sobre el estado de información geológica de cada uno de los municipios inventariados.

3.2 Estructura de la Información.

La información se organizó teniendo en cuenta las fuentes, para darle una estructura, se decidió tomar los 123 Municipios y ubicarlos en carpetas distintas por orden alfabético, esto se hace con la finalidad de que el consultor de la base de datos pueda tener una ruta de acceso a la información en función de su ubicación.

En el capítulo anterior se presentaba un problema referente a la fuente Geológica y Geomorfológica, donde se examinaba el caso donde planchas geológicas compartían o eran en pequeña proporción debido a su escala un fragmento del municipio. En este capítulo se decidió que debía albergarse en la carpeta del municipio que tuviera mayor extensión.

Debido al inconveniente anteriormente citado se debe prevenir al consultor del inventario que en el caso de consulta cartográfica con temática Geológica y Geomorfológica, se debe buscar también en los registros de municipios aledaños como consecuencia de lo descrito anteriormente. En las figuras 23 y 24 se aprecia la descripción del almacenamiento de la información.

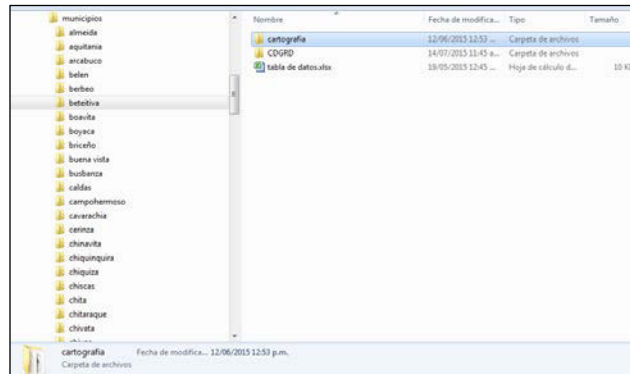


Figura 23 Ejemplo de la estructura del Inventario.

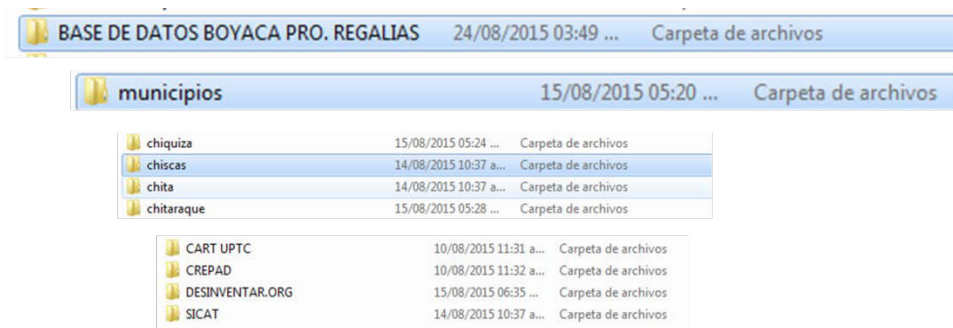


Figura 24 Ruta para acceso a la información mediante la estructura de Municipios

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

En este capítulo se busca generar un método de análisis de toda la información recopilada en el capítulo anterior, para esto el autor ha querido, en primera medida, producir una tabla de información mediante un libro Excel donde se pueda visualizar si existe o no información sobre cada uno de los 123 municipios, esta tabla presentará cada una de las fuentes de información y marcará si existe o no temática de cada una de estas fuentes para el municipio.

Para hacer este análisis más ameno al consultor y mucho más fácil, se decidió dar el mismo valor a cada una de las fuentes y de esta forma definir un código de colores donde muestre el estado de información, es decir si se encuentra información completa del municipio o en qué nivel de ausencia o totalidad esta.

Primero se realizó el análisis de información por cada una de las fuentes, al final se estructuro un resumen el cual está dado por la tabla Excel que se mencionó anteriormente, así como otras graficas estadísticas que muestran el estado de información.

4.1 Nivel de Información por Fuente de Consulta.

En este aparte se pretende evaluar la cantidad de información que hay en cada una de las fuentes sobre el total de municipios del Departamento. Al tener este análisis parcial, se pasara a un contexto general y dar un dictamen acerca del nivel de Información sobre movimiento en masa en el Departamento de Boyacá.

4.1.1 Fuente 1 Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres.

La fuente, Informes Históricos del CDGRD antiguo Crepad, muestra que el balance es aparentemente negativo, más sin embargo hay que destacar que la información existente en estos registros es de alta calidad, ya que en su mayoría son reportes de informes de Visitas a campo de Geólogos a Zonas de inestabilidad por movimientos en masa, esto ofrece de primera mano un diagnostico que permite dar una mirada más profunda al desarrollo del fenómeno en el momento del suceso.

Según el grafico 1 Relación porcentual de la fuente 1 muestra que el 40% de los municipios presentan información, esto equivale a 49 municipios del departamento, cifra nada despreciable, si nos referimos a un rescate de información Histórica que nos ayudará al diagnóstico de Movimientos en masa en el Departamento, esto con base en la recurrencia de estos mismos. Además,

de entrada, esta cifra nos advierte que casi la mitad de los municipios del departamento ha presentado movimientos en masa, infidencia que deja al descubierto el alto riesgo que se tiene.

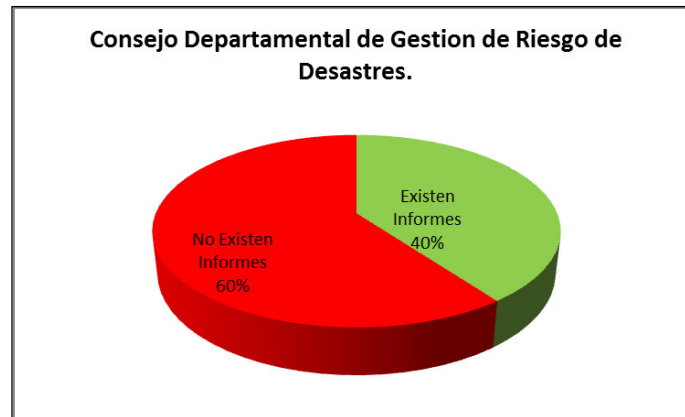


Grafico 1 Relación Porcentual de la Fuente 1

La fuente uno de Información “Informes Históricos del CDGRD antiguo Crepad”, es una fuente directa ya que ofrece una descripción del problema por parte de personas capacitadas, que visitaron el área de influencia del fenómeno, estos documentos son muy valiosos ya que presentan un recuento histórico de la zona y prometen ser una guía de análisis para cada uno de los municipios, y su susceptibilidad a Movimientos en masa.

A pesar de que esta información es de excelente calidad en algunos casos carece de una localización precisa, ocasionalmente la ubicación se hizo con base en referencias toponímicas, que con el paso del tiempo, han cambiado o desplazado o se modifican algunos nombres en la región, por tal razón resulta infructuoso tratar de ubicarlos espacialmente con precisión. Estos registros se ubican dentro de los municipios a los que fueron dirigidos, así se logra clasificar la información, por otra parte casi en su totalidad, cuenta cada uno de los informes con el respaldo de la firma de un Geólogo o profesional relacionado.

4.1.2 Fuente 2 Servicio Geológico Colombiano (SGC).

La fuente 2 (Información Servicio Geológico Colombiano-base de datos “Sicat”), muestra aparentemente poco volumen de información, sin embargo los informes recopilados de cada uno de los municipios son de alta calidad ya que en su mayoría son respaldados por entidades como el Ingeominas, Ministerio de Minas y Energía entre otras entidades de alta veracidad, además este tipo de informes son dirigidos a municipios con problemas por movimientos en masa

los cuales presentan un grado de amenaza alta o por la alta recurrencia de los mismos.

Según el grafico 2 Relación porcentual de la fuente 2. El 31% de los municipios es decir 40 de los municipios, han sido estudiados en detalle, ya en estos términos y evaluando que no todos los 123 municipios presenta alta susceptibilidad a ser afectados por Movimientos en Masa, es de notar que se encuentra una muy buena cantidad de información y lo que es mejor de muy buena calidad, existiendo registros de los años 50 a la actualidad. Este es el panorama en muchos de los informes recopilados.

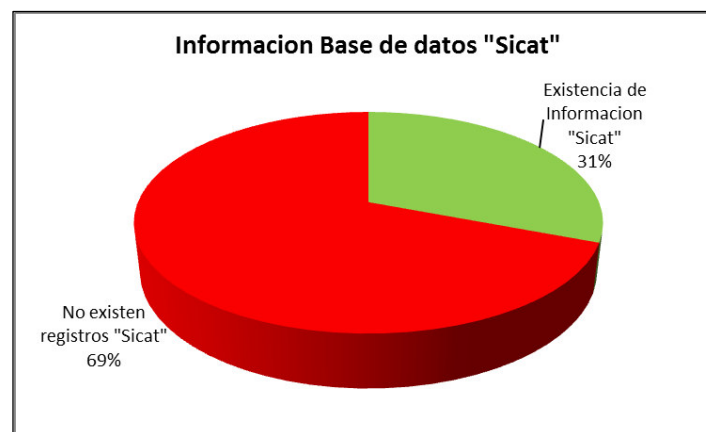


Grafico 2 Relación Porcentual de la Fuente 2

La segunda fuente “Servicio Geológico Colombiano” a través de su base de metadatos “Sicat” ha permitido recopilar información referente a movimientos en masa del departamento de Boyacá, la búsqueda se realizó a través de su motor de búsqueda donde ofrece múltiples parámetros de entrada para generar la búsqueda. Esta información es confiable y muestra un rango histórico de más de 50 años en muchos de los archivos obtenidos.

4.1.3 Fuente DesInventar.org.

La fuente 3 (Inventario Nacional de Perdidas 1914-2013), es de las más completas en cuanto a la existencia de información se refiere, en el grafico 3 muestra que de los 123 municipios el 91% es decir 112 municipios, poseen información histórica por movimientos en Masa de esta Fuente. La existencia de esta información asegura de entrada un posible recuento histórico por recurrencia de estas zonas ya sea por hechos aislados en un territorio compartido o por la evidencia de un problema reincidente.

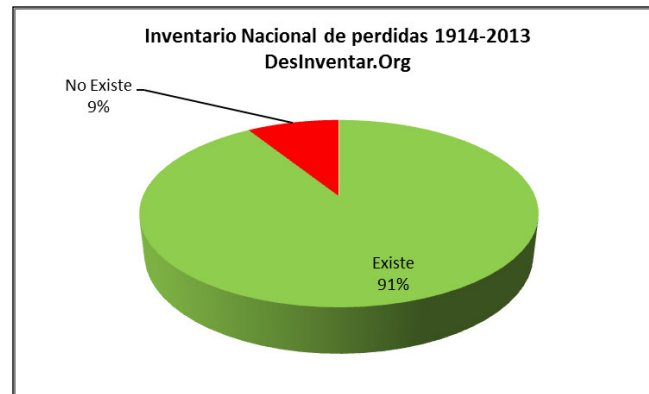


Grafico 3 Relación Porcentual de los 123 Municipios en la Fuente 3

La fuente de información tres “Inventario Nacional de Perdidas 1914-2013”, presenta su contenido de manera tabulada en libros Excel, allí ubica el lugar del suceso, fecha de ocurrencia una breve descripción del fenómeno y las posibles causas por las cuales ocurrió el movimiento en masa, además de estas, muestra otras variables extras que pueden tener consideración en otro tipo de trabajo.

Por ende la información recolectada por el portal DesInventar.org, ofrece una gran confiabilidad y un fácil análisis de la información, la calidad de este material es alta y está respaldada en cada uno de sus archivos por la fuente de donde fue obtenido el registro, dando al consultor una guía para profundizar y puntualizar en cada uno de los eventos.

4.2 Nivel de Información en los 123 Municipios.

Luego de llevar a cabo un análisis en función de cada una de las fuentes, se procedió a generar un análisis de manera regional donde se involucraran todas las fuentes estudiadas, así como los parámetros de existencia de información y verificación del fichero de información generado, con el fin de facilitar la búsqueda de quien consulte la base de datos.

La tabla numero 4 relaciona de cada uno de los municipios con las fuentes de información y allí se revela si pose información o no, además muestra para las fuentes puntuales de Sicat y Antiguo Crepad el año del reporte, un servicio extra que presta este archivo es el de facilitar la búsqueda para el lector ya que mediante este fichero el podrá determinar si existe información de interés para él. La tabla numero 5 muestra la calificación de estado de la información.

| MUNICIPIO | INVENTARIO NACIONAL DE PERDIDAS, 1914-2015(DESINVENTAR.ORG) | | | | INFORMACION CREPAD | | INFORMACION SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO BASE DE DATOS SICAT | | | |
|----------------|---|--|-----------------------|---|--------------------|-----------|---|--|--|--|
| | EXISTE INFORMACION | | NO EXISTE INFORMACION | | EXISTE | NO EXISTE | INFORMES DE MOVIMIENTOS EN MASA | | | |
| Almeida | X | | | | X (AÑO 2002) | | | | | |
| Aquitania | X | | | | X (AÑO 2000) | | | | | |
| Arcabuco | X | | | | | X | | | | |
| Belén | X | | | | | X | | | | |
| Berbeo | X | | | | | X | | | | |
| Betétiva | X | | | | X (AÑO 2000) | | | | | |
| Boavita | X | | | | | X | X (1982) | | | |
| Boyacá | X | | | | X(AÑO 2000) | | | | | |
| Briceño | X | | | | X (AÑOS 1998-1999) | | | | | |
| Buenavista | X | | | | | X | | | | |
| Busbanzá | | | | X | | X | | | | |
| Caldas | X | | | | | X | | | | |
| Campohermoso | X | | | | X (AÑO 2002) | | | | | |
| Cavarachia | X | | | | | X | | | | |
| Cerinza | | | | X | X (AÑO 1997) | | | | | |
| Chinavita | X | | | | X (AÑOS 1998-2001) | | | | | |
| Chiquinquirá | X | | | | X (AÑOS-2001-2002) | | X (2002) | | | |
| Chiscas | X | | | | X (AÑO 2000) | | X (2007) | | | |
| Chita | X | | | | | X | X (1978) | | | |
| Chitaraque | | | | X | | X | | | | |
| Chivata | X | | | | | X | | | | |
| Chivor | X | | | | X (AÑOS 2000-2001) | | X (1997) | | | |
| Chíquiza | x | | | | | x | | | | |
| Ciénaga | x | | | | x (AÑO 2002) | | | | | |
| Coper | X | | | | X (AÑO 1999) | | | | | |
| Corrales | X | | | | | X | | | | |
| Cubará | X | | | | X (AÑOS 1998-2000) | | | | | |
| Cucaita | X | | | | | X | | | | |
| Cultiva | X | | | | X (AÑO 1999) | | | | | |
| Cómbita | X | | | | | X | | | | |
| Duitama | X | | | | X (AÑO 1999) | | | | | |
| El Cocuy | X | | | | X (AÑOS 1997-1999) | | | | | |
| El Espino | X | | | | | X | X (2010) | | | |
| Firavitoba | X | | | | | X | | | | |
| Floresta | X | | | | | X | | | | |
| Gachantivá | X | | | | | X | | | | |
| Gameza | X | | | | | X | X (1954-1956-1979) | | | |
| Garagoa | X | | | | | X | X (1986) | | | |
| Guacamayas | x | | | | x (AÑO 1999) | | X (1935-1968) | | | |
| Guateque | X | | | | X (AÑOS 2000-2002) | | | | | |
| Guayatá | X | | | | X (AÑOS 2001-2002) | | | | | |
| Guicán | X | | | | | X | X (1996) | | | |
| Iza | x | | | | | X | | | | |
| Jenesano | x | | | | | x | | | | |
| Jericó | x | | | | | x | X (1944) | | | |
| La Capilla | x | | | | x (1998-2002) | | X (2002) | | | |
| La Uvita | x | | | | x (1999) | | X (2005) | | | |
| La Victoria | X | | | | | X | | | | |
| Labranzagrande | X | | | | X (1998) | | X (1954) | | | |
| Macanal | X | | | | X (1997-2002) | | x (1974-1989-1995) | | | |
| Maripí | X | | | | | X | | | | |
| Miraflores | X | | | | X (2003) | | X (1974-1985) | | | |
| Mongua | X | | | | | X | X (1936-1937) | | | |
| Monguí | X | | | | | X | | | | |
| Moniquirá | X | | | | | X | | | | |
| Motavita | X | | | | | X | | | | |
| Muzo | X | | | | X (2001) | | X (1994) | | | |
| Nobsa | | | | X | | X | | | | |

Tabla 4 Inventario de Información

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--|--|---|--|-------------------------|-----------------------------------|--|--|--|
| Nuevo Colón | X | | | | | X | | | | |
| Oicatá | | | | X | | X | X (2005) | | | |
| Otanche | X | | | | | X | X (1990-2009) | | | |
| Pachavita | X | | | | | X | | | | |
| Paipa | X | | | | | X | | | | |
| Pajarito | X | | | | | X (2001) | | | | |
| Panqueba | X | | | | | X (1995) | X (1996) | | | |
| Pauna | X | | | | | X | | | | |
| Paya | X | | | | | X | | | | |
| Paz de Río | X | | | | | x (AÑO 2002) | X (1988-1995-1979) | | | |
| Pesca | | | | X | | X | | | | |
| Pisba | X | | | | | X | | | | |
| Puerto Boyacá | X | | | | | X | | | | |
| Páez | X | | | | | X (1998) | X (1999) | | | |
| Quipama | X | | | | | X (2001) | | | | |
| Ramiriquí | X | | | | | X (1998) | X (1986) | | | |
| Rondón | X | | | | | X (AÑOS 1999-2002) | X (1989) | | | |
| Ráquira | X | | | | | X | | | | |
| Saboyá | X | | | | | X | | | | |
| Samacá | X | | | | | X (AÑO 2000) | | | | |
| San Eduardo | X | | | | | X | | | | |
| San José de Pare | | | | X | | X | X (2002) | | | |
| San Luis de Gaceno | X | | | | | x (AÑO 2002) | | | | |
| San Mateo | X | | | | | X (AÑO 1999) | | | | |
| San Miguel de Sema | | | | X | | X | | | | |
| San Pablo de Borbur | X | | | | | x (AÑO 2002) | X (1956) | | | |
| Santa María | X | | | | | X (AÑOS 2002) | X (1982) | | | |
| Santa Rosa de Viterbo | X | | | | | X (AÑO 1995) | | | | |
| Santa Sofía | X | | | | | X | | | | |
| Santana | X | | | | | X | | | | |
| Sativanorte | X | | | | | X | X (1961-1933) | | | |
| Sativasur | X | | | | | X | | | | |
| Siachoque | X | | | | | X | | | | |
| Soatá | X | | | | | X | | | | |
| Socha | X | | | | | X (AÑO 2001) | X (1971-1986-1989) | | | |
| Socotá | X | | | | | X (AÑOS 1999-2001) | X (1947-1963-1979-1989-1992-2011) | | | |
| Sogamosos | X | | | | | X | | | | |
| Somondoco | X | | | | | X (AÑO 2002) | | | | |
| Sora | | | | X | | X | | | | |
| Soracá | X | | | | | X | X (2003) | | | |
| Sotaquirá | X | | | | | X | | | | |
| Susacón | X | | | | | X | X (1955) | | | |
| Sutamarcán | X | | | | | X | | | | |
| Sutatenza | X | | | | | X (AÑOS 2000-2002) | X (1952-1956-2012) | | | |
| Sáchica | X | | | | | X | | | | |
| Tasco | X | | | | | X (AÑO 2005) | X (1962-1986-1987-1979) | | | |
| Tenza | X | | | | | X (AÑO 2001) | X (1981-1986) | | | |
| Tibaná | X | | | | | X | X (1954) | | | |
| Tibasosa | X | | | | | X | X (1991) | | | |
| Tinjacá | X | | | | | X | | | | |
| Tipacoque | X | | | | | X | | | | |
| Toca | X | | | | | X | | | | |
| Togüi | X | | | | | X | | | | |
| Tota | X | | | | | X | | | | |
| Tunja | X | | | | | X | X (2003) | | | |
| Tununguá | X | | | | | X | | | | |
| Turmequé | X | | | | | X | | | | |
| Tuta | | | | X | | X | | | | |
| Tutazá | | | | X | | X (AÑO 2000) | | | | |
| Tópaga | X | | | | | X (AÑO 1998) | X (2009) | | | |
| Umbita | X | | | | | X (AÑOS 1998-2002-2006) | | | | |
| Ventaquemada | X | | | | | X | | | | |
| Villa de Leyva | X | | | | | X | | | | |
| Viracachá | X | | | | | X | | | | |
| Zetaquirá | X | | | | | x (AÑO 2002) | | | | |

| ESTADO DE INFORMACION | |
|-----------------------|--|
| 0 | |
| 1/3 | |
| 2/3 | |
| 3 | |

Tabla 5 Indicadores de totalidad de información



Gráfico 4 Porcentaje de Información

De los 123 municipios se observa en el gráfico 4, que el 5% correspondiente a 7 municipios no presenta información alguna de cualquiera de las tres fuentes citadas. El 44% que equivale a 54 de los 123 municipios, posee una de estas tres fuentes de Información, el 32% que equivale a 39 de los 123 municipios, posee dos de estas tres fuentes de información, y por último los municipios que poseen la totalidad de información es de apenas el 19% que corresponde a 23 Municipios.

El grafico 4 nos permite tener un parámetro de que tanta información existe con referencia a los fenómenos de Movimientos en Masa del Departamento de Boyacá, aparentemente en cuestiones generales el estado de información histórica en el departamento no es del todo negativa, ya que al combinar los mayores ítems de existencia de Información (color azul y verde), llega al 50% de los 123 municipios (Grafico 4).

4.3 Balance de Información en los 123 Municipios.

Al realizar un análisis para cada uno de los 123 municipios, se propone reorganizarlos en función de su estado de información, es decir en función de los indicadores de totalidad de Información (Tabla 3). Este ejercicio ayudará a concentrar esfuerzos en los municipios que no presentan información y de esta manera poder establecer el orden de importancia de municipios en una futura actualización de la base de datos, o la recopilación de información con otras fuentes más específicas para estos municipios.

| Municipios con 0 fuentes de informacion |
|---|
| Busbanzá |
| Chitaraque |
| Nobsa |
| Pesca |
| San Miguel de Sema |
| Sora |
| Tuta |

Tabla 6 Municipios con 0 Variables

Los municipios han sido reclasificados, obedeciendo a la cantidad de Variables que poseen, aquellos que no tienen información de ninguna de las fuentes (Tabla 6), son los que podemos considerar en estado crítico, más esto no significa que sean municipios que presenten continuos Movimientos en Masa. Las tablas 6 y 7 muestran respectivamente los demás municipios que tienen de 1 a 3 fuentes de información.

En general en las tablas se resalta, que los municipios faltantes de cualquier fuente de información, son muy pocos, apenas llega a siete municipios sin ninguna referencia histórica de movimientos en masa, por otra parte el mayor porcentaje de los municipios están en zona de transición si se quiere llamar así, ya que poseen una a dos fuentes de información, siendo esta suficiente para poder clasificarlos en el capítulo siguiente, donde el eje principal del análisis será enfocado a la recurrencia de movimientos en masa.

| Municipios con 1 fuente de Informacion | Municipios con 2 fuentes de Informacion |
|--|---|
| Arcabuco | Almeida |
| Belén | Aquitania |
| Berbeo | Betéitiva |
| Buenavista | Boavita |
| Caldas | Boyacá |
| Cavarachía | Briceño |
| Cerínza | Campohermoso |
| Chivata | Chinavita |
| Chíquiza | Chita |
| Corrales | Ciénaga |
| Cucaita | Coper |
| Cómbita | Cubará |
| Firavitoba | Cútiva |
| Floresta | Duitama |
| Gachantivá | El Cocuy |
| Iza | El Espino |
| Jenesano | Gameza |
| La Victoria | Garagoa |
| Maripí | Guateque |
| Monguí | Guayatá |
| Moniquirá | Güican |
| Motavita | Jericó |
| Nuevo Colón | Mongua |
| Oicatá | Otanche |
| Pachavita | Pajarito |
| Paipa | Quípama |
| Pauna | Samacá |
| Paya | San Luis de Gaceno |
| Pisba | San Mateo |
| Puerto Boyacá | Santa Rosa de Viterbo |
| Ráquira | Sativanorte |
| Saboyá | Somondoco |
| San Eduardo | Soracá |
| San José de Pare | Tibaná |
| Santa Sofía | Tibasosa |
| Santana | Tunja |
| Sativasur | Umbita |
| Siachoque | Zetaquirá |
| Soatá | |
| Sogamosos | |
| Sotaquirá | |
| Sutamarcán | |
| Sáchica | |
| Tinjica | |
| Tipacoque | |
| Toca | |
| Togüi | |
| Tota | |
| Tununguá | |
| Turmequé | |
| Tutazá | |
| Ventaquemada | |
| Villa de Leyva | |
| Viracachá | |

Tabla 7 Municipios con 1, 2 Variables de 3

| Municipios con las 3 fuentes de informacion |
|---|
| Chiquinquirá |
| Chiscas |
| Chivor |
| Guacamayas |
| La Capilla |
| La Uvita |
| Labranzagrande |
| Macanal |
| Miraflores |
| Muzo |
| Panqueba |
| Paz de Río |
| Páez |
| Ramiriquí |
| Rondón |
| San Pablo de Borbur |
| Santa Maria |
| Socha |
| Socotá |
| Sutatenza |
| Tasco |
| Tenza |
| Tópaga |

Tabla 8 Municipios con las tres Variables

Teniendo en cuenta que la información recopilada pertenece a la documentación o registro de movimientos en masa, ocurridos en cada uno de los municipios y recopilado de manera aislada por cada una de las fuentes consultadas, (cada fuente de información ha recopilado los registros de movimientos en masa tomando en cuenta metodologías distintas.), se procederá a estudiar la información con base en la recurrencia de movimientos en masa por municipio, mediante esta técnica se pretende realizar un análisis generalizado que brinde al lector, o consultor de la información un diagnostico por municipio, basado en un grado de susceptibilidad por recurrencia.

5 DIAGNOSTICO DE LA INFORMACIÓN.

En este capítulo se desea llegar a una conclusión de los dos capítulos anteriores, los cuales involucraron la recopilación y análisis de información respectivamente. Como se ha mencionado anteriormente las tres fuentes de información consultadas, referentes a movimientos en masa presenta metodologías distintas al momento de capturar o almacenar la información.

Las tres fuentes de información son entidades independientes, y actúan con autonomía propia, como se mencionó en el capítulo dos de este trabajo, por tal razón para realizar el análisis de información de manera ecuánime se combinaron el número de reportes por movimientos en masa de cada una de las fuentes consultadas.

5.1 Estado de la Información.

El primer paso es conocer el estado de información en cada uno de los municipios. Para esto se procedió a verificar por municipio, cuantas fuentes de información poseía, con una valoración de 0-3, la cual va acompañada de un código de colores que asocia la falta de fuentes de información con color rojo y a medida que aumentan los registros de información por fuente, el código de colores varia en tonos que indican menor alarma hasta llegar al tono verde indicador de estar completo.

La importancia de este mapa radica en evaluar de manera objetiva el proceso de documentación, registró y monitoreo de Movimientos en Masa, en cada uno de los municipios. La idea es determinar si se lleva de manera correcta el registro y monitoreo, o ver en qué aspectos y que municipios son los que tienen que mejorar en su seguimiento.

En la figura 25, se aprecia que la distribución de municipios faltantes de información es poca, mas no se puede apresurar sobre estos resultados, ya que esta figura solo representa el nivel de información preliminar y el monitoreo llevado a cabo por cada municipio, mas no indica municipios que presenten susceptibilidad por recurrencia de movimientos en masa. De manera tendenciosa podemos inferir que los municipios que presentan mayor cantidad de información son porque han presentado de manera repetitiva movimientos en masa.

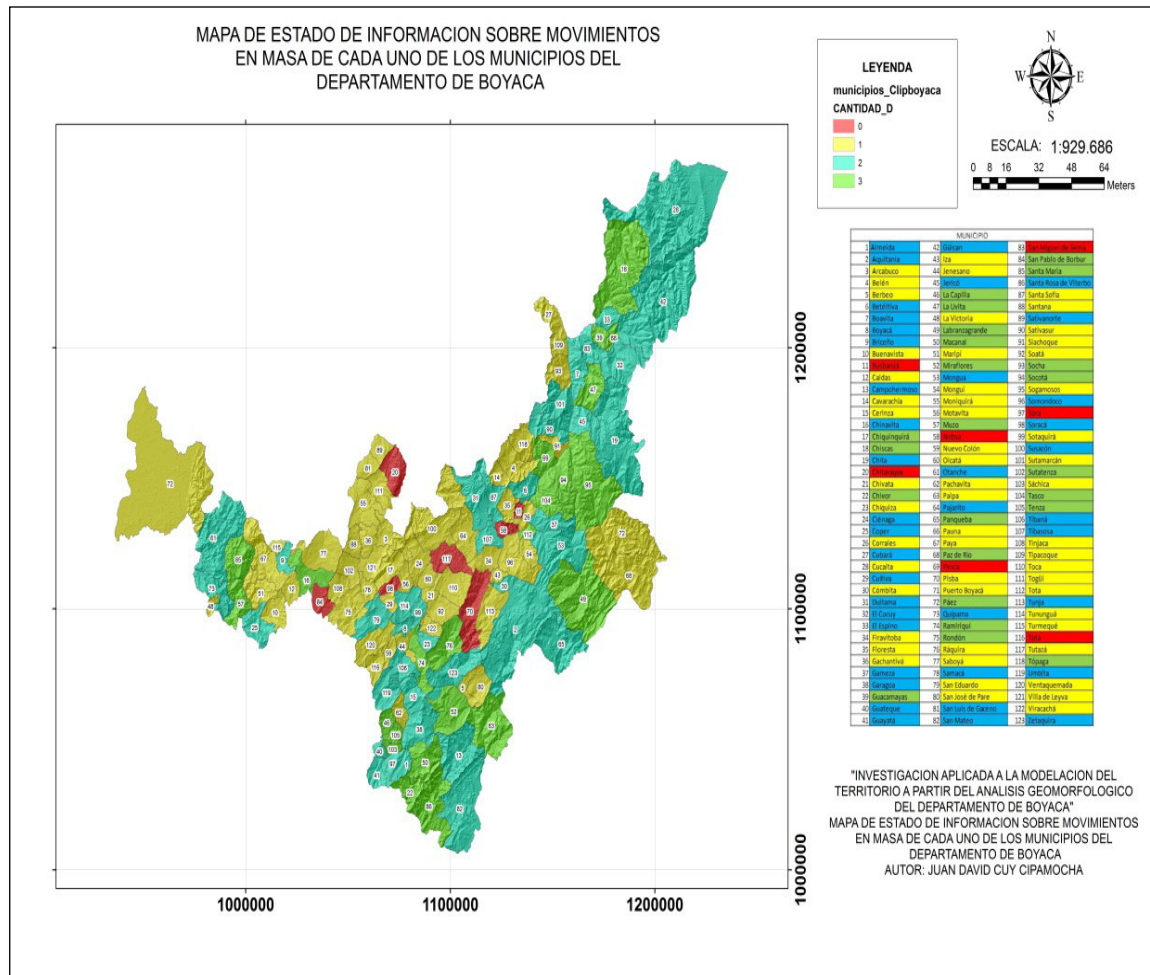


Figura 25 Mapa de Estado de Información En el Departamento de Boyacá

Siguiendo este orden de ideas la zona Nororiental y sur del departamento se encuentran con bastante información, dando a entender de alguna manera que estas regiones presentan susceptibilidad a movimientos en masa, por otra parte la zona centro y occidente del departamento presenta un nivel bajo de información. Esto genera una incertidumbre, si estas regiones no presentan recurrencia de Movimientos en Masa o si su seguimiento y documentación ha sido deficiente.

A fin de solucionar la inquietud anterior y minimizar las ambigüedades referentes a la información recopilada por cada una de las fuentes en los diferentes municipios, se decidió buscar un método para poder darle respuesta. En el siguiente capítulo se mostrará los parámetros que pueden generar los

reportes examinados a fondo en cada uno de los municipios del Departamento de Boyacá y ver su tendencia a recurrencia de Movimientos en Masa.

6 EVALUACIÓN DE RECURRENCIA POR MOVIMIENTOS EN MASA.

Con base en la información obtenida durante la revisión Histórica de Movimientos en Masa, se decidió realizar la Evaluación de Recurrencias por Movimientos en Masa, la cual busca determinar con mayor precisión cuales de los 123 municipios se han visto afectados por movimientos en masa, para esto se combinó la información existente de las tres fuentes consultadas, así como la escogencia de un parámetro para evaluar y clasificar la información y así poder generar resultados.

Como primera medida se unificará el número de reportes, para luego pasar a elegir un método de evaluación de esta información y como estructurar la misma así como se observa en la tabla 9.

| Nº | MUNICIPIO | DesInventar | Sicat | Crepad | Total Informes |
|----|--------------|-------------|-------|--------|----------------|
| 1 | Almeida | 2 | | 1 | 3 |
| 2 | Aquitania | 5 | | 1 | 6 |
| 3 | Arcabuco | 4 | | | 4 |
| 4 | Belén | 10 | | | 10 |
| 5 | Berbeo | | | 1 | 1 |
| 6 | Betéitiva | 1 | | 1 | 2 |
| 7 | Boavita | 5 | 1 | | 6 |
| 8 | Boyacá | 4 | | 1 | 5 |
| 9 | Briceño | 4 | | 2 | 6 |
| 10 | Buenavista | 4 | | | 4 |
| 11 | Busbanzá | | | | 0 |
| 12 | Caldas | 2 | | | 2 |
| 13 | Campohermoso | 3 | | 1 | 4 |
| 14 | Covarachía | 2 | | | 2 |
| 15 | Cerinza | | | 1 | 1 |
| 16 | Chinavita | 5 | | 3 | 8 |
| 17 | Chiquinquirá | 12 | 1 | 3 | 16 |
| 18 | Chiscas | 10 | 1 | 1 | 12 |
| 19 | Chita | 12 | 2 | | 14 |
| 20 | Chitaraque | | | | 0 |

Tabla 9 Sumatoria de Movimientos en Masa por Municipio

| | | | | | |
|----|----------------|----|---|---|----|
| 21 | Chivata | 2 | | | 2 |
| 22 | Chivor | 2 | 1 | 2 | 5 |
| 23 | Chíquiza | 1 | | | 1 |
| 24 | Ciénaga | 3 | | 2 | 5 |
| 25 | Coper | 6 | | 1 | 7 |
| 26 | Corrales | 2 | | | 2 |
| 27 | Cubará | 2 | | 2 | 4 |
| 28 | Cucaita | 1 | | | 1 |
| 29 | Cuítiva | 1 | | 1 | 2 |
| 30 | Cómbita | 1 | | | 1 |
| 31 | Duitama | 13 | | 1 | 13 |
| 32 | El Cocuy | 7 | | 2 | 9 |
| 33 | El Espino | 11 | 1 | | 12 |
| 34 | Firavitoba | 3 | | | 3 |
| 35 | Floresta | 1 | | | 1 |
| 36 | Gachantivá | 1 | | | 1 |
| 37 | Gameza | 9 | 4 | | 13 |
| 38 | Garagoa | 11 | | 1 | 12 |
| 39 | Guacamayas | 3 | 2 | 1 | 6 |
| 40 | Guateque | 13 | | 2 | 15 |
| 41 | Guayatá | 3 | | 2 | 5 |
| 42 | Güican | 5 | | 1 | 6 |
| 43 | Iza | 3 | | | 3 |
| 44 | Jenesano | 3 | | | 3 |
| 45 | Jericó | 8 | 1 | | 9 |
| 46 | La Capilla | 3 | 1 | 2 | 6 |
| 47 | La Uvita | 4 | 1 | 1 | 6 |
| 48 | La Victoria | 6 | | | 6 |
| 49 | Labranzagrande | 2 | 1 | 1 | 4 |
| 50 | Macanal | 3 | 3 | 2 | 9 |
| 51 | Maripí | 6 | | | 6 |
| 52 | Miraflores | 11 | 2 | 1 | 14 |
| 53 | Mongua | 6 | 2 | | 8 |
| 54 | Monguí | 2 | | | 2 |
| 55 | Moniquirá | 5 | | | 5 |
| 56 | Motavita | 1 | | | 1 |
| 57 | Muzo | 19 | 1 | 1 | 21 |
| 58 | Nobsa | | | | 0 |
| 59 | Nuevo Colón | 3 | | | 3 |
| 60 | Oicatá | | 1 | | 1 |
| 61 | Otanche | 21 | 2 | | 23 |
| 62 | Pachavita | 2 | | | 2 |
| 63 | Paipa | 8 | | | 8 |
| 64 | Pajarito | 10 | | 1 | 11 |
| 65 | Panqueba | 4 | 1 | 1 | 6 |
| 66 | Pauna | 7 | | | 7 |
| 67 | Paya | 3 | | | 3 |
| 68 | Paz de Río | 15 | 3 | 1 | 19 |
| 69 | Pesca | | | | 0 |
| 70 | Pisba | 5 | | | 5 |

| | | | | | |
|-----|-----------------------|----|---|---|----|
| 71 | Puerto Boyacá | 6 | | | 6 |
| 72 | Páez | 5 | 1 | 1 | 7 |
| 73 | Quípama | 13 | | 1 | 14 |
| 74 | Ramiriquí | 7 | 1 | 1 | 9 |
| 75 | Rondón | 11 | 1 | 2 | 14 |
| 76 | Ráquira | 4 | | | 4 |
| 77 | Saboyá | 3 | | | 3 |
| 78 | Samacá | 7 | | 1 | 8 |
| 79 | San Eduardo | 3 | | | 3 |
| 80 | San José de Pare | | 1 | | 1 |
| 81 | San Luis de Gaceno | 18 | | 2 | 20 |
| 82 | San Mateo | 3 | | 1 | 4 |
| 83 | San Miguel de Sema | | | | 0 |
| 84 | San Pablo de Borbur | 14 | 1 | 1 | 16 |
| 85 | Santa María | 14 | 1 | 2 | 17 |
| 86 | Santa Rosa de Viterbo | 5 | | 1 | 6 |
| 87 | Santa Sofía | 2 | | | 2 |
| 88 | Santana | 1 | | | 1 |
| 89 | Sativanorte | 4 | 2 | | 6 |
| 90 | Sativasur | 5 | | | 5 |
| 91 | Siachoque | 2 | | | 2 |
| 92 | Soatá | 9 | | | 9 |
| 93 | Socha | 11 | 3 | 1 | 15 |
| 94 | Socotá | 13 | 6 | 2 | 21 |
| 95 | Sogamosos | 19 | | | 19 |
| 96 | Somondoco | 2 | | 2 | 4 |
| 97 | Sora | | | | 0 |
| 98 | Soracá | 3 | 1 | | 4 |
| 99 | Sotaquirá | 2 | | | 2 |
| 100 | Susacón | 3 | 1 | | 4 |
| 101 | Sutamarcán | 2 | | | 2 |
| 102 | Sutatenza | 7 | 3 | 3 | 13 |
| 103 | Sáchica | 2 | | | 2 |
| 104 | Tasco | 11 | 5 | 2 | 18 |
| 105 | Tenza | 6 | 3 | 1 | 10 |
| 106 | Tibaná | 8 | 1 | | 9 |
| 107 | Tibasosa | 1 | 1 | | 2 |
| 108 | Tinjaca | 2 | | | 2 |
| 109 | Tipacoque | 4 | | | 4 |
| 110 | Toca | 1 | | | 1 |
| 111 | Togüi | 1 | | | 1 |
| 112 | Tota | 2 | | | 2 |
| 113 | Tunja | 30 | 1 | | 31 |
| 114 | Tununguá | 1 | | | 1 |
| 115 | Turmequé | 1 | | | 1 |
| 116 | Tuta | | | | 0 |
| 117 | Tutazá | | | 1 | 1 |
| 118 | Tópaga | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 119 | Umbita | 4 | | 3 | 7 |
| 120 | Ventaquemada | 3 | | | 3 |
| 121 | Villa de Leyva | 3 | | | 3 |
| 122 | Viracachá | 1 | | | 1 |
| 123 | Zetaquirá | 5 | | 1 | 6 |

6.1 Método y Estructura de Evaluación.

Para darle sentido a la información se organizaron los valores (Número de informes por Municipio) por rangos, y a estos rangos, se les asoció con un grado de alerta en función de la tendencia por recurrencia de Movimientos en Masa, de tal manera se generaron tres colores de alarma; el color rojo significa los municipios que presentan mayor recurrencia por Movimientos en Masa, el color naranja muestra un punto intermedio, estos municipios son los que presentan una mayor ambigüedad, ya sea porque sus deslizamientos presentan un ciclo de tiempo mayor en recurrencia o porque no se ha documentado de manera óptima los Movimientos en Masa ocurridos.

El color verde indica los municipios que presentan un bajo número de Movimientos en masa o ningún informe documentado; de esta manera se pretende ofrecer al lector, una herramienta de análisis visual para una comprensión rápida de la información.

Para realizar la elección de los rangos, el autor de este trabajo, decidió basarse en el concepto estadístico de moda, el cual indica la frecuencia absoluta con la que se repite un valor, para este se generó una gráfica de Moda, la cual utiliza los datos de frecuencia Vs Número de Informes por Municipios.

| N° de Informes | Frecuencia | N° de Informes | Frecuencia |
|----------------|------------|----------------|------------|
| 0 | 7 | 16 | 2 |
| 1 | 17 | 17 | 1 |
| 2 | 16 | 18 | 1 |
| 3 | 11 | 19 | 2 |
| 4 | 11 | 20 | 1 |
| 5 | 7 | 21 | 2 |
| 6 | 14 | 22 | 0 |
| 7 | 4 | 23 | 1 |
| 8 | 4 | 24 | 0 |
| 9 | 6 | 25 | 0 |
| 10 | 2 | 26 | 0 |
| 11 | 1 | 27 | 0 |
| 12 | 3 | 28 | 0 |
| 13 | 3 | 29 | 0 |
| 14 | 4 | 30 | 0 |
| 15 | 2 | 31 | 1 |

Tabla 10 Resumen de Frecuencia por N° Informes

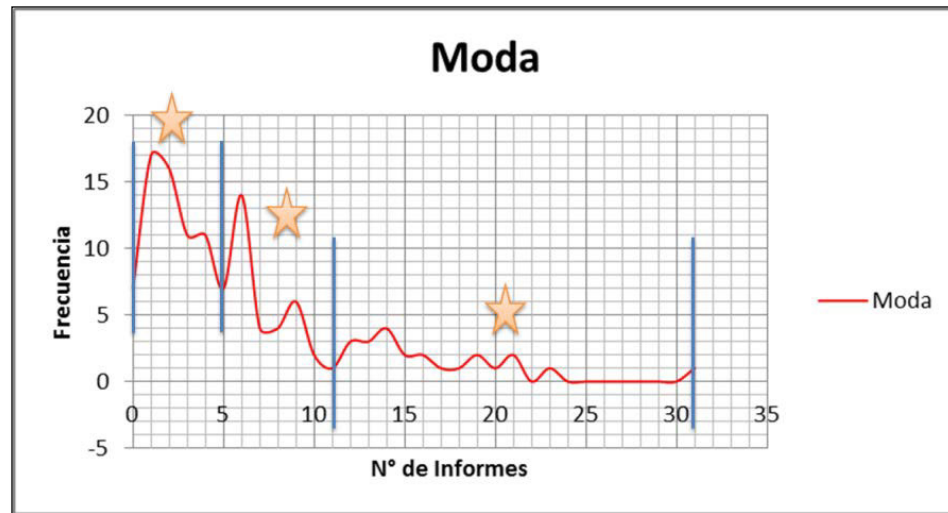


Gráfico 5 Moda de Informes Por Municipios

Gracias al gráfico de moda y a su análisis, se logró escoger tres rangos preferenciales, el primero de ellos va de 0-5, el cual encierra un primer ciclo de frecuencias y está marcado por un fuerte punto de inflexión en el valor de 5; el segundo de 6 a 10, agrupa un doble grupo de frecuencias, el cual a su vez, muestra su cambio con un punto de inflexión en el valor 10.5, de esta forma se definió los rangos para generar los colores de Alerta.

| COLOR DE ALERTA | RANGO |
|-----------------|--------|
| | 0-5 |
| | 6 - 10 |
| | 11-31 |

Tabla 11 Color de Alerta Por Recurrencia de Movimientos en Masa

Una vez esta información fue organizada y clasificada, se procedió a ubicarla espacialmente en el Departamento, ya que su ubicación estaba dada por el municipio de ocurrencia. El producto de este análisis se sintetiza en un mapa de Recurrencia en función del número de Movimientos en Masa ocurridos en cada municipio.

| MUNICIPIO | Numero de Informes Por Municipios | MUNICIPIO | Numero de Informes Por Municipios | MUNICIPIO | Numero de Informes Por Municipios |
|--------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Almeida | 3 | Iza | 3 | Santa Maria | 17 |
| Aquitania | 6 | Jenesano | 3 | Santa Rosa de Viterbo | 6 |
| Arcabuco | 4 | Jericó | 9 | Santa Sofia | 2 |
| Belén | 10 | La Capilla | 6 | Santana | 1 |
| Berbero | 1 | La Uvita | 6 | Sativanorte | 6 |
| Betéitiva | 2 | La Victoria | 6 | Sativasur | 5 |
| Boavita | 6 | Labranzagrande | 4 | Siachoque | 2 |
| Boyacá | 5 | Macanal | 9 | Soatá | 9 |
| Briceño | 6 | Maripí | 6 | Socha | 15 |
| Buenavista | 4 | Miraflores | 14 | Socotá | 21 |
| Busbanzá | 0 | Mongua | 8 | Sogamosos | 19 |
| Caldas | 2 | Monguí | 2 | Somondoco | 4 |
| Campohermoso | 4 | Monquirá | 5 | Sora | 0 |
| Cavarachía | 2 | Motavita | 1 | Soracá | 4 |
| Cerinza | 1 | Muzo | 21 | Sotaquirá | 2 |
| Chinavita | 8 | Nobsa | 0 | Susacón | 4 |
| Chiquinquirá | 16 | Nuevo Colón | 3 | Sutamarcán | 2 |
| Chiscas | 12 | Oicatá | 1 | Sutatenza | 13 |
| Chita | 14 | Otanche | 23 | Sáchica | 2 |
| Chitaraque | 0 | Pachavita | 2 | Tasco | 18 |
| Chivata | 2 | Paipa | 8 | Tenza | 10 |
| Chivor | 5 | Pajarito | 11 | Tibaná | 9 |
| Chíquiza | 1 | Panqueba | 6 | Tibasosa | 2 |
| Ciénaga | 5 | Pauna | 7 | Tinjaca | 2 |
| Coper | 7 | Paya | 3 | Tipacoque | 4 |
| Corrales | 2 | Paz de Río | 19 | Toca | 1 |
| Cubará | 4 | Pesca | 0 | Togüi | 1 |
| Cucaita | 1 | Pisba | 5 | Tota | 2 |
| Cúitva | 2 | Puerto Boyacá | 6 | Tunja | 31 |
| Cómbita | 1 | Páez | 7 | Tununguá | 1 |
| Duitama | 13 | Quípama | 14 | Turmequé | 1 |
| El Cocuy | 9 | Ramiriquí | 9 | Tuta | 0 |
| El Espino | 12 | Rondón | 14 | Tutazá | 1 |
| Firavitoba | 3 | Ráquira | 4 | Tópaga | 3 |
| Floresta | 1 | Saboyá | 3 | Umbita | 7 |
| Gachantivá | 1 | Samacá | 8 | Ventaquemada | 3 |
| Gameza | 13 | San Eduardo | 3 | Villa de Leyva | 3 |
| Garagoa | 12 | San José de Pare | 1 | Viracachá | 1 |
| Guacamayas | 6 | San Luis de Gaceno | 20 | Zetaquirá | 6 |
| Guateque | 15 | San Mateo | 4 | | |
| Guayatá | 5 | San Miguel de Sema | 0 | | |
| Güicán | 6 | San Pablo de Borbur | 16 | | |

Tabla 12 Tabulación de Numero de Movimientos en Masa Unificados.

6.2 Producto de Evaluación de Recurrencia por Movimientos en Masa

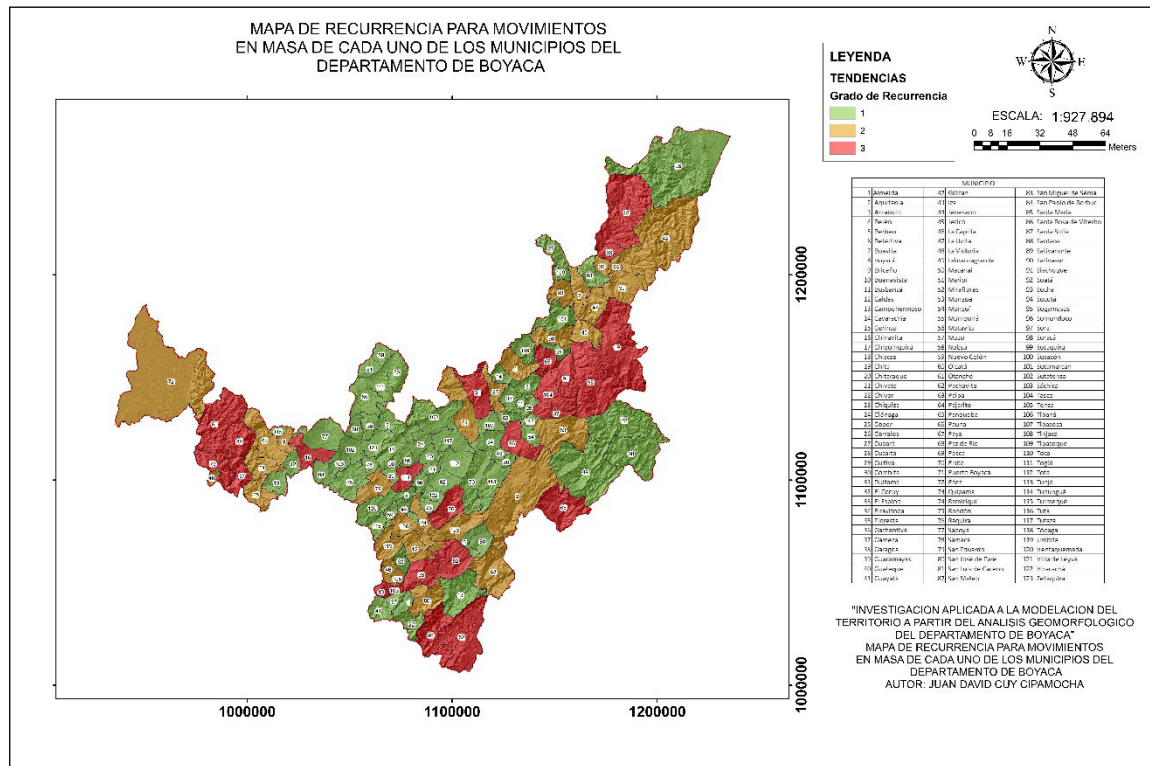


Figura 26 Mapa de Recurrencia por Movimientos en Masa del Departamento de Boyacá.

Este mapa indica, que los Municipios presentan zonas preferenciales de recurrencia por Movimientos en masa, se aprecia que las zonas Nororiental, sur y Occidente del Departamento presentan un Grado alto de Recurrencia, teniendo desde luego Municipios con mayor tendencia que otros, por otra parte la zona centro del departamento, en términos generales, no presenta una recurrencia alta, toda esta información es de manera general, ya que para puntualizar en algún municipio se debe llevar a cabo una valoración más detallada.

Se agrupó los municipios en función de su grado de recurrencia para que el lector o consultor de esta información pueda hacer una búsqueda más rápida y ver en qué grado de recurrencia se encuentra su municipio de Interés, la tabla N° 12 y 13 muestra en detalle los municipios del Departamento en función de su grado de recurrencia.

| RECURRENCIA GRADO 3 | | RECURRENCIA GRADO 2 | |
|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| MUNICIPIO | N° DE MOV. EN MASA | MUNICIPIO | N° DE MOV. EN MASA |
| Chiquinquirá | 16 | Aquitania | 6 |
| Chiscas | 12 | Belén | 10 |
| Chita | 14 | Boavita | 6 |
| Duitama | 13 | Briceño | 6 |
| El Espino | 12 | Chinavita | 8 |
| Gameza | 13 | Coper | 7 |
| Garagoa | 12 | El Cocuy | 9 |
| Guateque | 15 | Guacamayas | 6 |
| Miraflores | 14 | Güicán | 6 |
| Muzo | 21 | Jericó | 9 |
| Otanche | 23 | La Capilla | 6 |
| Pajarito | 11 | La Uvita | 6 |
| Paz de Río | 19 | La Victoria | 6 |
| Quípama | 14 | Macanal | 9 |
| Rondón | 14 | Maripí | 6 |
| San Luis de Gaceno | 20 | Mongua | 8 |
| San Pablo de Borbur | 16 | Paipa | 8 |
| Santa María | 17 | Panqueba | 6 |
| Socha | 15 | Pauna | 7 |
| Socotá | 21 | Puerto Boyacá | 6 |
| Sogamosos | 19 | Páez | 7 |
| Sutatenza | 13 | Ramiriquí | 9 |
| Tasco | 18 | Samacá | 8 |
| Tenza | 10 | Santa Rosa de Viterbo | 6 |
| Tunja | 31 | Sativanorte | 6 |
| | | Soatá | 9 |
| | | Tibaná | 9 |
| | | Umbita | 7 |
| | | Zetaquirá | 6 |

Tabla 13 Municipios Grado de Recurrencia 2 y 3

Los municipios con grado de recurrencia grado 3, son los que requieren mayor estudio detallado, estos municipios históricamente poseen la tendencia a ser afectados por Movimientos en Masa, por tal motivo es un punto de partida para enfocar futuros estudios de Riesgo Geológico, la base de datos generada a partir de la recopilación de información, realizada en este trabajo, quedará a disposición académica con el fin de potenciar estudios futuros y la retroalimentación a la misma.

| RECURRENCIA GRADO 1 | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| MUNICIPIO | Nº DE MOV. EN MASA | MUNICIPIO | Nº DE MOV. EN MASA |
| Almeida | 3 | Pisba | 5 |
| Arcabuco | 4 | Ráquira | 4 |
| Berbeo | 1 | Saboyá | 3 |
| Betétiva | 2 | San Eduardo | 3 |
| Boyacá | 5 | San José de Pare | 1 |
| Buenavista | 4 | San Mateo | 4 |
| Busbanzá | 0 | San Miguel de Sema | 0 |
| Caldas | 2 | Santa Sofía | 2 |
| Campohermoso | 4 | Santana | 1 |
| Cavarachía | 2 | Sativasur | 5 |
| Cerinza | 1 | Siachoque | 2 |
| Chitaraque | 0 | Somondoco | 4 |
| Chivata | 2 | Sora | 0 |
| Chivor | 5 | Soracá | 4 |
| Chíquiza | 1 | Sotaquirá | 2 |
| Ciénaga | 5 | Susacón | 4 |
| Corrales | 2 | Sutamarcán | 2 |
| Cubará | 4 | Sáchica | 2 |
| Cucaita | 1 | Tibasosa | 2 |
| Cúitiva | 2 | Tinjaca | 2 |
| Cómbita | 1 | Tipacoque | 4 |
| Firavitoba | 3 | Toca | 1 |
| Floresta | 1 | Togüi | 1 |
| Gachantivá | 1 | Tota | 2 |
| Guayatá | 5 | Tununguá | 1 |
| Iza | 3 | Turmequé | 1 |
| Jenesano | 3 | Tuta | 0 |
| Labranzagrande | 4 | Tutazá | 1 |
| Monguí | 2 | Tópaga | 3 |
| Moniquirá | 5 | Ventaquemada | 3 |
| Motavita | 1 | Villa de Leyva | 3 |
| Nobsa | 0 | Viracachá | 1 |
| Nuevo Colón | 3 | | |
| Oicatá | 1 | | |
| Pachavita | 2 | | |
| Paya | 3 | | |
| Pesca | 0 | | |

Tabla 14 Municipios Grado de Recurrencia Grado 1

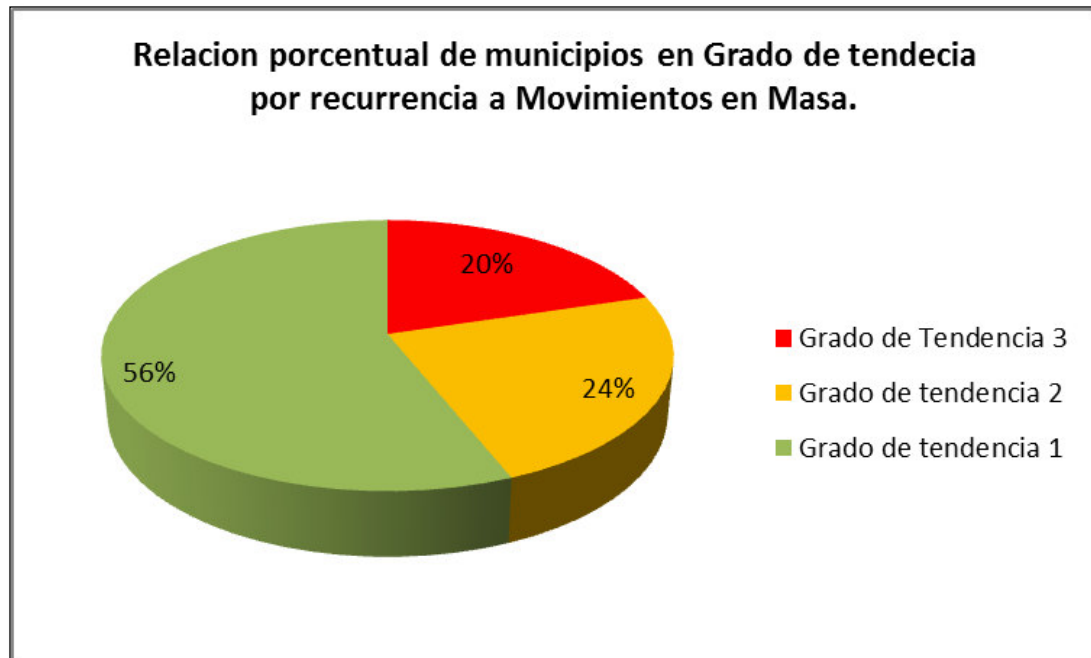


Grafico 6 Relación Porcentual de Municipios en Grado de Tendencia por Recurrencia a Movimientos en Masa

Desde el punto de vista histórico, el balance mostrado en el grafico 6 tiende a ser positivo, si se refiere al total de municipios del departamento evaluados, mas sin embargo las cargas se encuentran parejas, ya que el grado dos y tres representan una amenaza latente y por ende este resultado evidencia la necesidad de llevar a cabo futuros estudios más detallados, los cuales se pueden enfocar llevando la línea de análisis que se ha propuesto en este trabajo.

Para esto se deberá atender primero los de grado tres y así en su orden descendente, la finalidad de esto, es poder atender los municipios con mayor grado de afectación desde el punto de vista histórico.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

- Se logró realizar una recopilación de información con alto grado de relevancia y validez, esto fue posible gracias a que se consultaron fuentes de entes regionales, Nacionales e internacionales, que se han dedicado a atender este tipo de fenómenos ya sea por documentación del suceso o por seguimiento más detallado, debido a la influencia de los movimientos en masa, este puede tener un mayor impacto dependiendo del grado de amenaza que este represente para la población de cada uno de estos municipios.

Esta es una variable compleja a la hora de ordenar y clasificar la información, sin embargo, en términos generales se tiene por premisa que se escogería el lugar de ocurrencia y la fecha en que sucedió para lograr su clasificación.

- La clasificación y organización de la información se llevó a cabo mediante la estructura de Departamento-Municipio-Fuente de consulta-Fecha de suceso-Evento. De esta manera se estructuró un método de consulta fácil para el interesado, donde obtener la información por municipio y llevar a cabo la consulta de este por medio de una ruta clara y sencilla.

Por otra parte al estructurarla de esta manera, será más fácil llevar a cabo procesos de cotejo con otras bases de datos, y esto llevado al volumen de información que se trabaja, será una herramienta útil para la búsqueda, complemento y cotejo de información acerca de Movimientos en Masa.

- Gracias al diseño de inventario de información referente a movimientos en masa en el Departamento de Boyacá, se agiliza la búsqueda para el consultor. Y sólo con revisar este listado a manera de fichero, le será más cómodo y ágil su consulta. Dicho inventario se encuentra en orden alfabético y con la ayuda de colores para que el lector tenga una comprensión visual mucha más certera y rápida.

Por otra parte se han generado gráficas porcentuales para evaluar cada una de las fuentes y su respectivo estado sobre la totalidad de los municipios del departamento, s fin de evaluar el volumen de información, y de manera inductiva poder tener una idea de la calidad que presentan los archivos.

- Como etapa final de esta recopilación, se diagnosticó el volumen de información obtenido de cada fuente dentro de los 123 municipios del departamento. Se realizó mediante la elaboración de un mapa que tenía como insumo de entrada el número de reportes sobre movimientos en masa, así como una clasificación dada por el autor de este trabajo que indicaba una tendencia por recurrencia de Movimientos en Masa.
- La valoración arrojó, que de los 123 municipios del departamento el 20% es decir 25 Municipios se encuentran en grado 3, el 24% es decir 29 municipios se encuentran en grado dos, siendo estos dos niveles los que representan un mayor riesgo de movimientos en masa y al ser combinados da un 44%, poniendo en aprietos la mitad de los municipios del departamento, cifra que es preocupante teniendo en cuenta que esto pone en riesgo a buena parte de la población del departamento.
- Mediante el gráfico 6 se logró dar una evaluación general a la información, y se rescató en parte la importancia que tiene evaluar los fenómenos geológicos principalmente los relacionados a Movimientos en Masa, desde el punto de vista Histórico, teniendo en cuenta que cuando se generan propuestas de mejoramiento o ayuda no se evalúa de manera correcta los antecedentes.

7.2 Recomendaciones.

- Se recomienda llevar a cabo una evaluación más puntual para cada uno de los municipios, tomando como punto de partida el enfoque y clasificación que se les ha dado a cada municipio, es decir darles prioridad a los 25 municipios de grado 3 y continuar en orden descendente.
- Al consultor de la base de datos se le recomienda que en su búsqueda; Además de su municipio de interés, consulte los municipios aledaños; Debido a la relación que existe entre sus condiciones naturales.
- A futuros consultores de esta base de datos se les recomienda intentar dar un aporte voluntario, ya que en nombre del ámbito científico, una actualización constante de información sobre movimientos en masa, ayudará a enriquecer la memoria de estos municipios y permitirá, en un futuro, diagnósticos más acertados y fiables a la hora de afrontar problemáticas de este ámbito.

8 ANEXOS

8.1 Listado de Figuras.

| | |
|--|----|
| Figura 1 Diagrama de Metodología Usada en el Presente Trabajo | 7 |
| Figura 2 Diagrama de recopilación de Información..... | 8 |
| Figura 3 Ubicación Geográfica “Tomada del portal http://chivor-boyaca.gov.co . El día 30/10/2015”..... | 9 |
| Figura 4 Localización general del Departamento de Boyacá Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_YWIrndzNGAg/SgZYj_HtEZI/AAAAAAAAAFk/bkBZZD67_BQ/s320/COLOMBIA_EXPLOSI_N_BOYAC_.jpg tomada el día 30/07/2015..... | 10 |
| Figura 5 Vías Nacionales del Departamento de Boyacá tomado el 07/08/2015 de www.google.com.co/maps/place/Boyacá | 11 |
| Figura 6 Distribución de Cuencas en el Departamento de Boyacá (Tomado Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000)..... | 14 |
| Figura 7 Correlación estratigráfica de las cuatro cuencas presentes en Boyacá (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000) | 14 |
| Figura 8 Relación Estratigráfica de la Cuenca del Valle medio del Magdalena (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá escala 1:250.000) | 18 |
| Figura 9 Relacion Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Chiquinquirá-Arcabuco (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, 1999 Ingeominas escala 1:250.000)..... | 24 |
| Figura 10 Relación Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Duitama-Tunja (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá escala 1:250.000) | 27 |
| Figura 11 Relación Estratigráfica Cuenca Cordillera Oriental, Bloque Tota-Paz de Rio (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000) | 31 |
| Figura 12 Relación Estratigráfica Cuenca el Cocuy (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000)..... | 36 |
| Figura 13 Relación Estratigráfica Cuenca Pie de Monte Llanero (Tomado Mapa geología del Departamento de Boyacá, año 1999 Ingeominas escala 1:250.000) | 39 |
| Figura 14 Archivos PDF CDPGR..... | 48 |
| Figura 15 Ejemplo de informes y visitas técnicas | 48 |
| Figura 16 Motor de Búsqueda Sicat y Parámetros de Entrada. | 49 |
| Figura 17 Ficha del Producto o Información. | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 18 Esquema almacenamiento Información "Sicat" | 50 |
| Figura 19 Ficha del Municipio | 52 |
| Figura 20 Tabla Resultado de la Búsqueda..... | 52 |
| Figura 21 Orden de Almacenamiento | 53 |
| Figura 22 Ejemplo de Mapas Geo-referenciados..... | 54 |
| Figura 23 Ejemplo de la estructura del Inventario..... | 55 |
| Figura 24 Ruta para acceso a la información mediante la estructura de Municipios | 55 |
| Figura 25 Mapa de Estado de Información En el Departamento de Boyacá | 67 |
| Figura 26 Mapa de Recurrencia por Movimientos en Masa del Departamento de Boyacá..... | 75 |

8.2 Listado de Gráficos.

| | |
|---|----|
| Grafico 1 Relación Porcentual de la Fuente 1 | 57 |
| Grafico 2 Relación Porcentual de la Fuente 2..... | 58 |
| Grafico 3 Relación Porcentual de los 123 Municipios en la Fuente 3 | 59 |
| Gráfico 4 Porcentaje de Información | 62 |
| Grafico 5 Moda de Informes Por Municipios | 73 |
| Grafico 6 Relación Porcentual de Municipios en Grado de Tendencia por Recurrencia a Movimientos en Masa | 78 |

8.3 Listado de Tablas.

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Evolución demográfica de Boyacá | 12 |
| Tabla 2 Correlación de Formaciones Susceptibles a Movimientos en Masa | 40 |
| Tabla 3 Parámetros de Búsqueda DesInventar | 51 |
| Tabla 4 Inventario de Información | 60 |
| Tabla 5 Indicadores de totalidad de información..... | 62 |
| Tabla 6 Municipios con 0 Variables..... | 63 |
| Tabla 7 Municipios con 1, 2 Variables de 3..... | 64 |
| Tabla 8 Municipios con las tres Variables | 65 |
| Tabla 9 Sumatoria de Movimientos en Masa por Municipio | 69 |
| Tabla 10 Resumen de Frecuencia por N° Informes | 72 |
| Tabla 11 Color de Alerta Por Recurrencia de Movimientos en Masa..... | 73 |
| Tabla 12 Tabulación de Numero de Movimientos en Masa Unificados. | 74 |
| Tabla 13 Municipios Grado de Recurrencia 2 y 3 | 76 |
| Tabla 14 Municipios Grado de Recurrencia Grado 1 | 77 |

8.4 Listado de Mapas.

8.4.1 MAPA DE ESTADO DE INFORMACION SOBRE MOVIMIENTOS EN MASA DE CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

8.4.2 MAPA DE RECURRENCIA POR MOVIMIENTOS EN MASA DE CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Antonio José Rodríguez-Orlando Solano Silva, Mapa Geológico del Departamento de Boyacá, Bogotá, 2000

DANE, Información estadística indicadores demográficos, Boyacá, 1985-2005.

DE PORTA, J. Estratigrafía del Cretácico superior y Terciario en el extremo sur del Valle Medio del Magdalena. Bol. de Geol., UIS, No. 19, 50 pp. 1965. Bucaramanga

ETAYO, F. Paleontología estratigráfica del sistema cretácico en la Sierra Nevadodel Cocuy. Proyecto Cretácico, Publ. Geol. Esp., No. 16, Cap. XXIV, Ingeominas, Bogotá. 1985.

Guillermo Flechas Fajardo, Secretaria de Minas y Energía de Boyacá

HUBACH, E Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Serv. Geol.Nal., informe 1212, Bogotá. 1957.

HUBACH, E, Yacimientos de Mineral de Hierro, Carbón y Caliza en Colombia, como base para la Industria Siderúrgica, Servicio Geológico Nacional, Informe No. 769, Santafé de Bogotá. 1951

Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Mapas de la red vial.

MORALES, General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. Habitat of Oil, Symposium Am. Ass. Petr.Geol., page. 641 - 695, Tulsa, 1958.

RENZONI, Geología del Macizo de Quetame. Geol. Col., No. 5, Bogotá 1967. pág. 75 – 127

RENZONI G. Geología del cuadrángulo J-12 (Tunja). Bol. Geol., vol.24, No. 2, pag.31 -48, (escrito en 1967), Bogotá. 1981.

RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Mapa geológico de la Plancha 189 La Palma, Escala 1: 100.000. Memoria resumida, Ingeominas, Bogotá, 1994^a.

RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C. Mapa geológico de la Plancha 190, Chiquinquirá, Escala 1: 100.000. Memoria resumida, pág. 26., Ingeominas, Bogotá, 1992

RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Geología de las Planchas 170: Velez y 190: Chiquinquirá. Informe No.1794, Ingeominas, Bogotá, 1979.

RODRÍGUEZ, E. Y ULLOA, C Geología del Cuadrángulo K-12: Guateque. Informe No. 1701, Ingeominas, Bogotá, 1976

RODRIGUEZ, E., Y ULLOA, C, Ocurrencias Minerales del Departamento de Boyacá, XII Congreso Nal. de Ingeniería, Paipa, Boyacá, 1975

SARMIENTO, R. Reconocimiento preliminar de los yacimientos de caliza y mármol de la región de Sogamoso, Departamento de Boyacá. Inf. 354, Servicio Geológico Nacional Bogotá 1942.

SCHEIBE, E., Las relaciones entre los pisos de Honda, Gualanday y Barzalosa. Compilación de Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, No.4. Ingeominas, Bogotá, 1938

VAN DER HAMMEN, T Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano continentales y tectogénesis de los Andes Colombianos. Bol. Geol. vol VI, No. 1-3, pág. 67-128, o Informe No. 1279 Servicio Geológico Nacional, Bogotá, 1957.

Recuperado el 01-07-2015 de “toda Colombia” disponible en <http://www.todacolombia.com/departamentos/boyaca>. Ubicación, extensión y límites de Boyacá.

Recuperado el 01-07-2015 de Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Mapas de la red vial, último acceso el 07/06/2009

Recuperado el 02-07-2015 del portal www.todacolombia.com Boyacá Clima.

Recuperado el 02-07-2015 del portal www.turismoporboyaca.com.

Recuperado el 02-07-2015 del portal www.simco.gov.co, Guillermo Flechas Fajardo, Secretaria de Minas y Energía de Boyacá.

Recuperado el 07-07-2015 del portal [http://www.academia.edu/MAPA GEOLOGICO DEL DEPARTAMENTO DE BOYACA](http://www.academia.edu/MAPA_GEOLOGICO_DEL_DEPARTAMENTO_DE_BOYACA), Memoria explicativa